HEMIJA I MINERALOGIJA

ZA GRAĐANSKE I NJIMA SLIČNE ŠKOLE

PO NOVOJ NAUČNOJ OSNOVI NAPISAO

DR. ING. MATIJA KRAJČINOVIĆ,

DOCENT UNIVERZITETA U ZAGREBU

OVA JE KNJIGA ODOBRENA KAO UDŽBENIK ODLUKOM GOSPODINA MINISTRA PROSVJETE O. N. BR. 33312 OD 4 MAJA 1932, A NA OSNOVI MIŠLJENJA I PREPORUKE GLAVNOG PROSVJETNOG SAVJETA OD 18 APRILA 1932 S. BR. 1302/1931.

CIJENA 38 DINARA

IZDAO PISAC, ZAGREB, MARULIĆEV TRG 20

8044

25

HEMIJA I MINERALOGIJA

ZA GRAĐANSKE I NJIMA SLIČNE ŠKOLE

PO NOVOJ NAUČNOJ OSNOVI NAPISAO

DR. ING. MATIJA KRAJČINOVIĆ,

DOCENT UNIVERZITETA U ZAGREBU

OVA JE KNJIGA ODOBRENA KAO UDŽBENIK ODLUKOM GOSPODINA MINISTRA PROSVJETE O. N. BR. 33312 OD 4 MAJA 1932, A NA OSNOVI MIŠLJENJA I PREPORUKE GLAVNOG PROSVJETNOG SAVJETA OD 18 APRILA 1932 S. BR. 1302/1931.

CIJENA 38 DINARA

...stva

IZDAO PISAC, Z... MARULIĆEV TRG 20

...va vodik...

...o...

SADRŽAJ

ANORGANSKA HEMIJA I MINERALOGIJA

Prvi dio (III razred)

I. Uvod

Strana

II. Osnovne hemijske pojave

III. Najvažniji metaloidi

A) Elementi vode

ORGANSKA HEMIJA

Prvi dio (III razred)

Drugi dio (IV razred)

DODATAK

Anorganska hemija i mineralogija

Prvi dio (III. razred)

I. Uvod

1. Promjene materije

a) **Tijelo, materija i svojstva materije.** U prostoru oko nas zapažamo raznovrsna tijela. Gradivo od kojega su tijela izgrađena, nazivamo materija ili supstancija. Materije se međusobno razlikuju po svojim svojstvima: tvrdoći, boji, gustoći, sastavu itd. Svojstva materije nijesu vječno nepromjenljiva. Zbog vanjskih uticaja svojstva se mijenjaju, i na materiji se zapažaju promjene koje mogu biti fizičke ili hemijske.

b) **Fizičke promjene.** Prevučemo li magnetom dva, tri puta po nemagnetičnoj čeličnoj šipci, ona postane magnetična.

Voda zagrijana na 100° isparuje se i pretvara u paru, a ohlađena do 0° ščvrsne se u led.

Kod tih je promjena željezo prešlo iz nemagnetičnog stanja u magnetično, a voda iz tekućega u plinovito i čvrsto. Magnetizirano željezo dade se kao i nemagnetizirano kovati i rastezati. Ohlađivanjem vodene pare i zagrijavanjem leda dobije se opet voda u tekućem stanju. Promjene, koje su se izvršile na željezu i vodi, takove su da im je materija ostala nepromijenjena.

Ovakove promjene ili pojave kod kojih se materija tijela u bitnosti ne mijenja nazivamo fizičkima, a njima se bavi fizika.

c) **Hemijske promjene.** Predmeti od željeza, ako leže na vlažnu mjestu, zarđaju. Preneseš li zarđali predmet opet na suho, rđa se više ne obraća u čisto željezo. Rđa je smeđa i krhka, a željezo je sjajno i dade se kovanjem rastezati.

Kamen vapnenac žarenjem se toliko promijeni da više ne ostane jednak sam sebi, ako se i ohladi. On se tada zove živo vapno (kreč). Ono se u vodi rastvori, a vapnenac se ne mijenja u vodi.

Slatki grožđani sok izgubi u jeseni vrenjem sladak ukus i prelazi u vino koje opija.

Drvo položeno na žeravicu izgori, i od njeg ostane konačno samo nešto pepela, a različiti plinoviti proizvodi, koji sagorijevanjem od njega nastanu, odlaze dimnjakom u uzduh.

Kod pomenutih promjena *ruši se unutarnja građa materije. Ona se bitno izmijeni i trajno pretvori u drugu materiju s posve novim svojstvima.* Takove *promjene* ili *pojave* zovome *hemijskima*, a *njima se bavi hemija.*

Hemija je dakle *nauka o bitnim promjenama materije; ona traži uslove i zakone po kojima se te promjene zbivaju.*

d) **Vještačko izazivanje promjena.** Za proučavanje hemijskih pojava potrebno je često preduzimati *pokuse* (oglede) ili *eksperimente.* Pravljenjem pokusa izazivamo vještački hemijske promjene sami na različnim materijama. Kod toga mogu vrlo dobro da posluže i jednostavno sastavljene sprave koje drugačije zovemo i *aparatima.*

Vježbe: 1) Nabroj nekoliko pojava iz svakidanjeg života te ih razvrstaj prema sadržaju njihovih promjena. 2) Kovač užari gvožđe u vatri. 3) Mlinar samelje žito u brašno. 4) Majka zamijesi i ispeče kruh. 5) Snijeg se rastopi u vodu. 6) Od ilovače peče se opeka. 7) Topljenje masti, topljenje olova. 8) Mogu li se na tijelu vršiti u isti čas i fizičke i hemijske promjene?

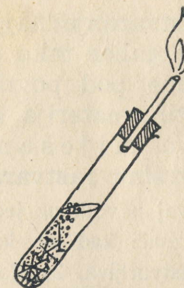
2. Rastvaranje čvrstih tijela

a) **Fizičko rastvaranje.** Staviš li kuhinjske soli u vodu, so se rastvori, a voda postane slana. Kod rastvaranja raziđu se čestice kuhinjske soli po vodi u vrlo sitnim djelićima, te se ne mogu razabrati ni pod miskroskopom, pa ipak se kuhinjska so kod toga nije u bitnosti promijenila, jer isparivanjem slane vode dobivaš opet u čvrstu obliku čitavu količinu rastvorene soli.

Tu vrstu rastvaranja kod kojega se unutarnja građa materije ne promijeni zovemo fizičkim.

b) **Hemijsko rastvaranje.** Komadiće željeza stavimo u kušalicu, te ga prelijemo razrijeđenom sumpornom kiselinom. Željezo se rastvara, a uz to se razvija i neki plin koji se na plamenu zapali (sl. 1). Isparivamo li ovako dobiveni rastvor, zaostaće zelena so, a željezu neće biti ni traga.

Rastvaranje, kod kojega se na materiji tijela vrši bitna promjena, zovemo hemijskim.



Sl. 1. Hemijsko rastvaranje željeza u razrijeđenoj sumpornoj kiselini. Iz rastvora izlaze mjehurići, a plin se može zapaliti na gornjoj cjevčici. (Valja pričekati dok iz kušalice izađe uzduh).

Tekućine, koje mogu rastvarati različne materije, nazivamo *rastvaračima.* Ako je tekućina već rastvorila materiju nekog tijela, zovemo je *rastvorom,* a sam se pojav naziva *rastvaranje.* Voda je rastvarač za kuhinjsku so, a slana voda je rastvor.

Osim kuhinjske soli voda rastvara i šećer, modru galicu i druge materije. Ima ipak dosta materija (kolofonij, sumpor, mast i dr.) koje se u vodi ne rastvaraju. Za rastvaranje takovih materija uzimamo druge tekućine, kao na primjer: alkohol za kolofonij, a benzin i etar za mast.

Moć rastvaranja vode i drugih rastvarača za pojedine je čvrste materije različna. Rastvorljivost se obično povećava zagrijavanjem. Jedna litra vode rastvori kod obične temperature samo 37 dkg modre galice, a kod temperature od 100° C rastvori je 2 kg. Kod određene temperature voda može rastvoriti samo neku određenu uteznu količinu modre galice ili druge koje soli.

Kada voda prestane rastvarati ponovno dodane daljnje količine čvrste materije, kažemo da je rastvor zasićen (koncentrovan).

Pod rastvorljivošću neke čvrste materije razumijeva se ona njezina količina koja je nužna da se rastvaranjem potpuno zasiti jedna litra vode kod označene temperature.

c) **Ubrzavanje rastvaranja.** U četiri jednake čaše nalijemo vode do iste visine i odvagnemo četiri jednake količine modre galice.

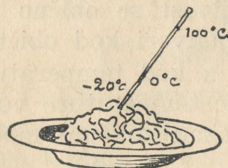
U prvu čašu metnemo nezdrobljene komade, a u ostale tri čaše uspemo prašak izmrvljene galice. Prve dvije posude pustimo na miru, treću i četvrtu miješamo, a četvrtu povrh toga još i zagrijavamo. U prvoj je čaši rastvaranje modre galice najsporije, a u ostalim je redom sve brže, tako da se u

četvrtoj čaši dovrši rastvaranje najprije. Vinogradari ubrzavaju rastvaranje modre galice tako da je stave u vrećicu od platna, a tu onda zarone pod površinu vode.

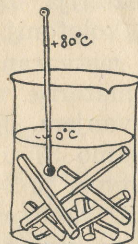
Rastvaranje čvrstih materija u tekućinama ubrzamo, ako ih smrvimo, miješamo i grijemo, ili ako ih uronimo pod površinu rastvarača.

Vježbe: 1) Rastvaraj u vodi uz jednake uslove šećer, so, sadru, sumpor. Što opažaš? Što znači kad se kaže: lako rastvorljiva materija, teško rastvorljiva, nerastvorljiva. 2) Rastvaraj so u vodi koliko više možeš. Što opažaš? Što znači: zasićen rastvor, nezasićen, gust, razblažen? 3) Može li zasićen rastvor soli da uzme još i modre galice? Pokušaj to! 4) Priredi tablicu rastvorljivosti modre galice za temperature 0°, 10°, 20° 30°, 40°, 50°. 5) Što radiš da ti se šećer brže rastvori u kavi? 6) Kako ćeš oprati masnu posudu? 7) Kako ćeš ukloniti masnu mrlju sa odijela?

d) **Promjena temperature rastvaranjem.** Rastvaraš li salmijak u vodi i miješaš li ga termometrom, živa se u toplomjeru spušta. Rastvaranjem jednakih dijelova salitre i salmijaka u dvostrukoj množini vode snizi se temperatura za 20°. Miješanjem kuhinjske soli i snijega može se postići temperatura do —20° (sl. 2).



Sl. 2. Smjesa kuhinjske soli i snijega obara temperaturu na — 20° C.



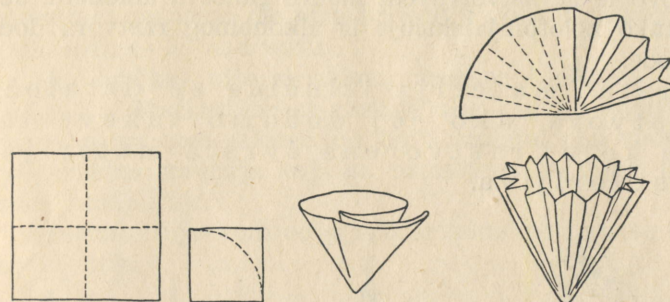
Sl. 3. Rastvaranjem natrijske lužine u vodi povisuje se temperatura rastvoru.

Rastvaranjem natrijske lužine u vodi rastvor se zagrije (sl. 3.).

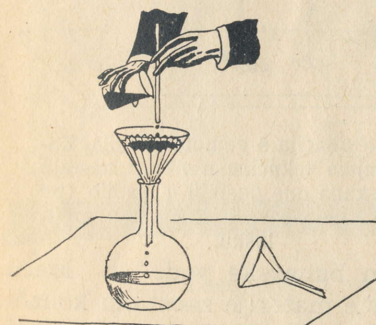
Pojavu rastvaranja prati, dakle, povišavanje ili snižavanje temperature.

e) **Procjeđivanje ili filtracija.** Mutne tekućine se čiste od onih nečistoća što u njima vidljivo lebde procjeđivanjem ili filtrovanjem. Zamućena voda očisti se procjeđivanjem kroz gusto cjedilo (filtar). Svaki mutež potječe od vidljivih čestica koje u tekućinama lebde. Te čestice zaostanu kao talog na cjedilu, a tekućina koja prođe kroz cjedilo bistra je. U bistroj tekućini, dobivenoj procjeđivanjem, može biti rastvorenih materija koje ćemo dobiti, ako rastvarač isparimo.

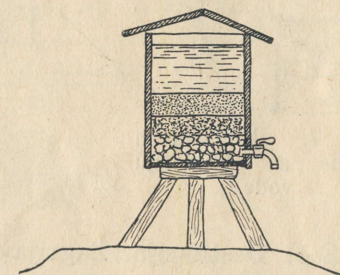
Kod pokusa u malom filtrujemo naročitim papirnim cjedilom, filtar-papirom (sl. 4 i 5), ali se za procjeđivanje na



Sl. 4. Filtar-papir treba presaviti da bi izišao kao neki lijevak. Da bi procjeđivanje brže teklo, dobro je papirno cjedilo narovašiti.



Sl. 5. Kako se vrši procjeđivanje.



Sl. 6. Za procjeđivanje na veliko upotrebljava se pijesak ili drveni ugalj.

veliko upotrebljavaju druge podesne šupljikave materije, osobito pijesak, pamuk, azbest, platno, drveni ugalj itd. (sl. 6).

Mutna riječna voda filtruje se već time što prolazi kroz pjeskovitu zemlju, te dolazi podzemnim putem razbistrena u bunar.

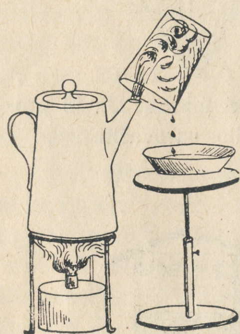
3. Odlučivanje čvrste materije iz rastvora

a) **Ohlađivanje rastvora i isparivanje rastvarača.** Kako ćeš iz rastvora dobiti natrag rastvorenu materiju? Ohlađuj zasićen vruć rastvor stipse u vodi. Stipsa se izlučuje. Isparuj vodeni rastvor kuhinjske soli. So zaostaje u čvrstom stanju.

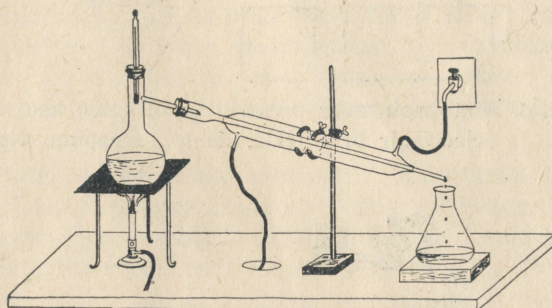
Izlučivanje rastvorenih čvrstih materija iz rastvora provodi se ohlađivanjem zasićenih rastvora ili postepenim isparivanjem rastvarača.

b) **Taloženje rastvorene materije.** Rastvoru modre galice dodaj alkohola. Galica se izlučuje odmah kao prašak. Razlog je ovome nerastvorljivost modre galice u alkoholu. Jednako se tako kolofonij izlučuje iz alkoholnog rastvora dodavanjem vode.

Čvrsta materija izlučiće se (istaložiti) iz rastvora, ako joj dodamo takove tekućine u kojoj rastvorena čvrsta materija nije rastvorljiva.



Sl. 7. Jednostavan pokus za destilaciju vode.



Sl. 8. Destilacija s pomoću hladila. Zagrijavanjem tekućine u tikvici nastaju pare, a kada one dospiju u hladilo (po Libigu), zgusnu se i iskapaju u predlošku.

c) **Destilacija.** Zagrijavanjem bunarske vode u loncu voda se isparuje, a rastvorene čvrste materije zaostanu konačno na dnu lonca. Vodene pare, koje izlaze, mogu se hvatati na hladnom poklopcu kao kapljice vode (sl. 7).

Ako kuhamo vodu u tikvici i pare provodimo kroz usku cijev, oko koje struji hladna voda, pare se zgusnu i kaplju u podmetnutu posudu, predlošku, kao destilovana voda (sl. 8).

U tikvici zaostaju sve one sastojine koje su u vodi bile rastvorene, te je destilovana voda potpuno čista. Destilovane vode treba mnogo u ljekarnama i hemijskim laboratorijima, te se destilacija u tu svrhu provodi u bakrenom kotlu (A) na koji se nadovezuju kapak (B) i zavinuta cijev (C). Ta cijev prolazi kroz hladnu vodu (hladilo D) (sl. 9).

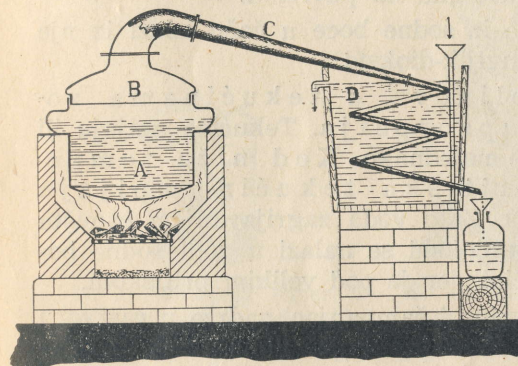
Kod destilacije pretvaraju se zagrijavanjem tekućine u pare, a te se zgodnim ohlađivanjem kondenzuju (zgusnu) natrag u tekućinu. Na taj se način dobivaju tekućine u čistom stanju kao destilat. Destilacijom odjeljujemo rastvorene čvrste materije od tekućeg rastvarača.

4. Miješanje (difuzija) tekućina

a) **Uzajamna rastvorljivost tekućina.** U pivu, vinu i rakiji alkohol je smiješan s vodom. Ako mućkamo etar s vodom, sasvim neznatni dio etra prijeđe u vodeni rastvor, a najveći dio izdigne se nad vodu.

Ako mućkaš ulje s vodom, nastane bjelkasta smjesa, emulzija. Mućkanjem se razbije ulje u sitne kapljice, a te se mirovanjem opet sakupe, odijele i uzdignu nad vodu. Mlijeko je prirodna emulzija koja se, ostavljena na miru, polagano također razdjeljuje.

Posebnim lijevkom odjeljuju se tekućine koje se ne miješaju (sl. 10).



Sl. 9. Destilacija na veliko.



Sl. 10. Lijevak s pipcem za odjeljivanje tekućina koje se ne miješaju.

Iz navedenih primjera razabira se da se neke tekućine miješaju međusobno u svakom omjeru, druge samo djelomično, a ima ih i takovih koje se ne miješaju nikako.

Tekućine se miješaju, ako je sila, koja djeluje između njihovih raznovrsnih čestica, adhezija, veća od one sile kojom se privlače pojedine čestice iste tekućine, kohezija.

Sumporna kiselina ne samo da se miješa s vodom, nego je upija tako požudno da njom sušimo vlažne materije.

b) **Frakcionovana destilacija.** Destilacijom možemo pomiješane tekućine razlučiti jednu od druge, samo ako imaju različne tačke ključanja (vrelišta). U tvornicama špirita odjeljuje se destilacijom alkohol od vode, jer alkohol ključa kod 78^0, a voda kod 100^0.

Ovakove smjese tekućina ključaju i destiluju se, dakle, kod različitih temperatura, pa se hvataju odijeljeno kao frakcije u

posebne predloške. Destilacija te vrste zove se frakcionovana.

Vježbe: 1) Nariši i opiši postupak kod pečenja rakije. Kako se dobiva jača, a kako slabija rakija? 2) Kada destiluješ smjesu vode i alkohola, zašto ne dobiješ nikada čisti alkohol, iako ne zagrijavaš smjesu preko 78° C? Odgovor: Iako voda ključa kod 100°, ona se isparuje pomalo i kod niže temperature.

5. Upijanje (apsorpcija) plinova ili gasova

Kada svježa voda stoji u čaši neko vrijeme u toploj sobi, nahvataju se uza zidove čaše mjehurići uzduha. Uzmiješaš li vodu, mjehurići se uzdignu na površinu.

Kod pretakanja sode iz sodne boce u čašu izlazi iz nje mnogo mjehurića plina (ugljik-dioksid).

Rastvaranje plinova u tekućinama zove se upijanje ili apsorpcija. Tekućine upijaju ili apsorbuju različne plinove nejednako. Kod niže temperature i većega pritiska tekućine upijaju redovno više plina. Zato voda zagrijavanjem otpušta rastvoreni uzduh, a ugljik-dioksid se nalazi u vodi sodne boce rastvoren u većoj količini, jer je pod velikim pritiskom.

Pjenušava pića, kao pivo i šampanjac, sadrže u rastvoru ugljik-dioksida koji tim pićima daje svjež ukus.

U hladnoj i tekućoj vodi ima uvijek rastvorena uzduha što ga troše disanjem ribe i druge vodene životinje. U ustajaloj ili prekuhanoj vodi, iz koje je izašao sav apsorbovani uzduh, ribe ginu.

Vježbe: 1) Ronioci se spuštaju u vodu u odijelima od kaučuka, a posebnom im cijevlju natiskuju odozgo uzduh da im služi za disanje, a i zato da se odupre spoljašnjem pritisku vode. Taj se uzduh probija i u tijelo, a upija ga i krv ronioca. Kad ronioca istežu gore, dolazi pod manji pritisak uzduha, a uzduh iz krvi izlučuje se u sitnim mjehurićima. Ti mjehurići mogu da prekinu optoku krvi i da postanu veoma opasni. Zato se prijelaz s većega pritiska na manji vrši oprezno i postepeno. 2) Slično biva i uzduhoplovcima koji se naglo dižu u velike visine. — Objasni to pobliže! 3) Zašto zaudaraju kanali i zahodske jame pred kišu? Odgovor: Umanjuje se pritisak uzduha, te se jedan dio apsorbovanih plinova izlučuje.

6. Kristali i kristalizacija

a) **Postanak i svojstva kristala.** Ako u topao procijeđen rastvor stipse pustimo nit konca tako da se konac ne dodiruje ni strana ni dna posude, izlučiće se (kristalizovaće se) polaganim hlađenjem rastvora oko konca mnogo manjih i

većih tijela koja su omeđena ravnim plohama i pravilna su vanjskog izgleda (sl. 11). Takova tijela nazivamo kristali.

Na kristalima stipse vidimo osam trostranih ploha, 12 bridova i 6 uglova, te velimo da imaju oblik osmerca ili oktaedra. Svi su uglovi otupljeni plohama kocke (sl. 12).

Iz zasićenog rastvora kuhinjske soli iskristalizovaće se kristali koji imaju oblik kocke ili heksaedra.



Sl. 11. Kristalizacija stipse iz toplog rastvora polaganim ohlađivanjem.



Sl. 12. Skupina kristala stipse (aluna). Vrhovi oktaedara otupljeni su plohama heksaedra.

Na mnogim rudama u prirodi, kao na pr. na gipsu, kremenu, itd., razabiramo jasne kristalne oblike (forme) različnog stepena simetrije.

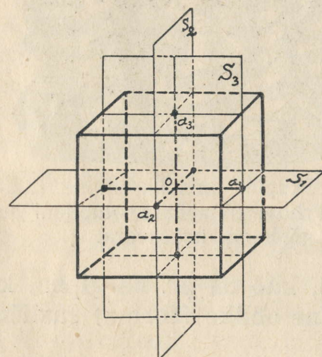
Kristale, koje priređujemo sami iz koncentrovanih rastvora različitih soli, kao stipse (alauna) i kuhinjske soli, zovemo vještački, dok se kristali ruda, koje se nalaze i stvaraju u kori zemljinoj, zovu prirodni. Neki vještački i prirodni kristali vežu kod svoga postajanja (rasta) iz zasićenih vodenih rastvora i vodu koju zovemo kristalna voda. Kod zagrijavanja otpuštaju i gube kristali svoju kristalnu vodu.

Promatrajući jasno razvijene kristale, zapažamo na njima neke geometrijske pravilnosti. Uzmimo osmerac, dobiven polaganom kristalizacijom stipse. Zamislimo u osmercu spojene suprotne uglove, ili u kocki spojena središta suprotnih ploha. Ta se tri pravca (spojnice) u oba kristala sijeku u središtu, a nazivamo ih kristalne osi. Ti pravci su ujedno i osi simetrije, jer kristalno tijelo (oktaedar, heksaedar itd.) možemo zaokrenuti oko tih osi nekoliko puta dok ne dođu u svoj ishodni položaj.

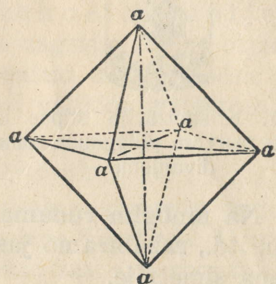
Kod određivanja pojedinih kristala važno je da se uz broj kristalnih osi promatra dužina i položaj osi jedne prema drugoj. Kod osmerca i šesterca sve tri su osi jednako duge i međusobno okomite. No položaj kristalnih osi je kod nekojih kristala i kos.

Na osmercu i šestercu razabiramo da su njihove plohe međusobno tako položene te tvore potpuno simetrijski oblik. Takav se kristal može raspoloviti u dva potpuno jednaka dijela. Svaka od te dvije polovine imaće isti broj ploha, bridova i uglova. R a v n i n u, k o j a d i j e l i k r i s t a l u d v i j e j e d n a k e p o l o v i n e, z o v e m o r a v n i n a s i m e t r i j e. (sl. 13).

b) **Kristalni sistemi.** Prema kristalnim osima i ravninama simetrije možemo sve vrste kristala, u kojima se kristalizuju rude, svrstati u šest sistema.



Sl. 13. Ravnine simetrije S_1, S_2 i S_3 dijele kocku (heksaedar) na dvije jednake polovine.



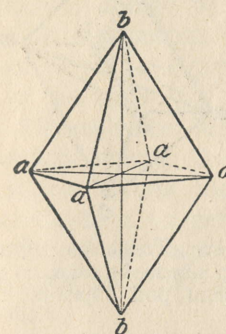
Sl. 14. Osmerac (oktaedar) ima tri jednake međusobno okomite osi (a).

T e s e r a l n i s i s t e m. Kristali toga sistema imaju tri jednake osi, a one su međusobno okomite (sl. 14). Kristale toga sistema možemo razdijeliti u dvije simetrijske (jednake) polovine na devet načina. Imaju dakle devet ravnina simetrije. Najjednostavniji su kristalni oblici toga sistema: o s m e r a c (oktaedar), omeđen sa 8 jednakih istostranih trokuta (stipsa) i š e s t e r a c (heksaedar), omeđen sa 6 jednakih četvorina (kamena so).

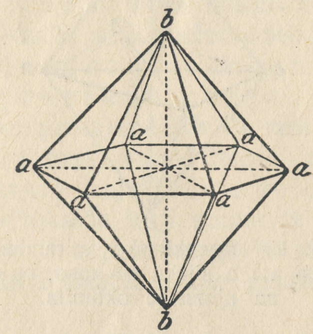
T e t r a g o n s k i s i s t e m. Kristali toga sistema imaju tri osi koje su sve međusobno okomite; dvije su jednake, a treća je duža ili kraća (sl. 15). Imaju 5 ravnina simetrije.

U tom se sistemu kristalizuje kositrena ruda (kasiterit).

H e k s a g o n s k i s i s t e m. Kristali tog sistema imaju četiri osi, od kojih su tri vodoravne i jednake, a sijeku se pod kutom od 60°. Četvrta je dulja ili kraća i na njima je okomita (sl. 16). Ima 7 ravnina simetrije (kremen).

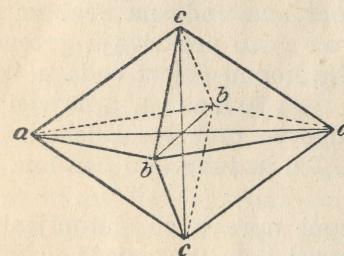


Sl. 15. Tetragonska piramida ima dvije jednake osi (a), treća (b) je duža ili kraća.



Sl. 16. Heksagonska piramida ima tri jednake vodoravne osi (a), četvrta (b) koja je na njima okomita duža je ili kraća.

R o m p s k i s i s t e m. Njegovi kristali imaju tri nejednake osi koje su sve međusobno okomite (sl. 17). Imaju 3 ravnine simetrije (sumpor).

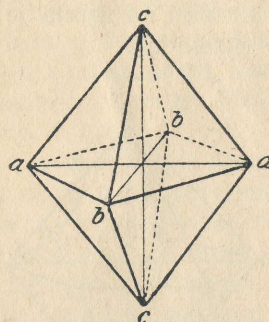


Sl. 17. Rompske piramide.
Ove imaju tri nejednake međusobno okomite osi (a, b i c). U obliku rompskih piramida otupljenih vrhova kristalizuje se sumpor.

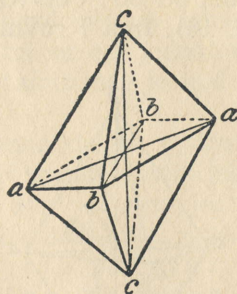
M o n o k l i n s k i s i s t e m. Njegovi kristali imaju tri nejednake osi, od kojih se dvije sijeku pod šiljastim kutom, a treća je na njima okomita (sl. 18). Imaju samo jednu ravninu simetrije (sadra).

T r i k l i n s k i s i s t e m. Kristali imaju tri nejednake osi koje se sve međusobno sijeku pod šiljastim kutom (sl. 19). U ovom sistemu nema ni jedne ravnine simetrije (modra galica).

Svaki se mineral kristalizuje obično u oblicima jednog sistema i time odaje stalni unutarnji poređaj svojih molekula.



Sl. 18. Monoklinska piramida. Osi a i b sijeku se koso, os c na njima je okomita.



Sl. 19. Triklinska piramida. Ima tri nejednake osi a, b i c koje se sijeku pod šiljastim kutom.

i atoma. No ima i takovih materija koje se kristalizuju u oblicima dvaju ili više kristalnih sistema.

Vježbe: Ako metnemo nešto alauna u kušalicu i zagrijavamo, kristali otpuštaju svoju kristalnu vodu. Jedan dio vode kondenzira se na hladnim mjestima kušalice, a u preostalom dijelu kristalne vode rastvori se čvrsti prašak alauna. Isti pokus možeš izvesti i sa kristalnom sodom.

7. Voda

a) **Voda u prirodi.** U prirodi ima vode na svakom mjestu. Duboka su i nepregledna mora što prekrivaju gotovo tri četvrtine površine naše zemlje. Na kopnu dolazi voda u jezerima, ona otječe potocima i rijekama, a najviši gorski vrhunci i polarni predjeli stalno su prekriveni debelim naslagama leda i snijega. I u uzduhu oko nas ima vodenih para.

Biljni i životinjski organizmi upravo su natopljeni vodom. Svježe biljke mogu sadržavati i do 90% vode, a životinje oko 60—70%. Mnogi minerali pridržavaju i čvrsto vežu kristalnu vodu. Na našoj zemlji dolazi dakle voda u sva tri agregatna stanja i u sva tri prirodna carstva.

Voda kao ruda pokretna je u prirodi.

Otvorene goleme površine vode, što dolaze na našoj zemlji, stalno se isparavaju. Vodene pare, što se neprestano uzdižu sa morske površine, zahvaćaju uzdušne struje i raznose ih daleko iznad kopna na sve strane. Ohlađene pare gomilaju se u visinama kao oblaci, i iz njih pada voda na zemlju u obliku kiše, snijega, tuče ili grada.

Voda, što u oborinama dospijeva na zemlju, otječe već prema prilikama djelomično po površini, a djelomično prodire i u zemlju. Kroz pukotine kore zemljine protiskuje se podzemna voda. Lijući se po nepropusnoj podlozi, ona rastvara različne minerale i znade izbiti prirodnim putem kao vrelo na površinu. Tijek podzemnih vodenih žila otkriva često i čovjek kada hoće da dobije bunarsku vodu. Voda stalno otječe sa kopna u potocima i rijekama, da bi se konačno opet izlila u more. Kružni put vode iz mora na kopno i natrag ponavlja se i neprestano traje.

b) **Učinci vode.** Mnogovrsne su promjene što ih vrši voda na tvrdom kopnu. Tekuća voda i morski valovi lome i krše gorske stijene. Voda može da rastvara najrazličnije rude i minerale. Osobito uz pomoć ugljik-dioksida koji prima iz uzduha rastvara ona vapneno kamenje. U vapnenom gorju stvara tako voda različne gorske oblike i nastupa kao graditelj spilja i siga.

U prirodi nema hemijski čiste vode. Najčistija je kišnica, ali je i ona na svom putu kroz uzduh apsorbovala već neke plinove iz uzduha, a naročito kisik koji je potreban za disanje svim životinjama što žive u vodi.

c) **Tvrda i meka voda.** Voda iz izvora i bunara sadrži u rastvoru različnih ruda. Takovu vodu zovemo tvrdom ili teškom. Tvrda voda dobra je za piće, ali nije zgodna za pranje i kuhanje. Kod pranja rastvoreni minerali u tvrdoj vodi istalože jedan dio sapuna, te on odlazi neiskorišćen. Sjemenke leguminoza (pasulj, bob i grašak) teže se skuhaju u tvrdoj vodi.

Proključa li tvrda voda, talože se iz nje poglavito vapnene materije. Ovo se događa i u parnim kotlovima koji se pune tvrdom vodom. Dno i nutarnje strane kotla oblijepe se uskoro tvrdom bijelom korom. To je kamen kotlovac koji se mora češće kvrcanjem otstranjivati, jer inače deblja naslaga kamena kotlovca priječi brzo prelaženje topline sa ognjišta na vodu u kotlu. Voda u parnom kotlu, koji je iznutra oblijepljen kamenom kotlovcem, sporije se dakle zagrijava, i gorivo se slabije iskoristi.

Prema tome bolje je parne kotlove puniti sa mekom ili lakom vodom koja ne sadrži mnogo rastvorenih materija. Takova je kišnica i riječna voda. Ako se već mora tvrda voda upotrebiti za punjenje parnog kotla, onda se iz takove vode mora prije istaložiti najveći dio rastvorenih materija.

Običnu vodu iz izvora i rijeka zovemo slatka za razliku od morske slane vode. U morskoj vodi ima 3—4% rastvorenih različnih soli, ali je najviše obične kuhinjske soli, oko 3%.

d) **Mineralne vode.** U prirodi dolaze i mineralne ili ljekovite vode. One sadrže u rastvoru veće količine ne-

kih materija koje im daju poseban ukus. Među mineralne vode idu: kisele, gorke, slane, željezovite, sumporne i jodne vode. Neke od njih pijemo, ili se u njima zbog ljekovitosti kupamo. Tople vode (terme) dolaze iz većih dubina. Sve sastojine što ih različne vode sadrže našla je i rastvorila voda na svom putu kroz koru zemljinu.

Čista voda dobiva se destilacijom, to jest kondenzacijom njenih para.

e) **Voda za piće.** Voda za piće treba da je bistra, bez boje i umjereno hladna (12° C). Ona ne smije sadržavati škodljivih klica koje uzrokuju zarazne bolesti (tifus). Dobre su izvorske i duboke podzemne vode, jer su se očistile prirodnom filtracijom kroz zemaljske slojeve. Mutne vode možemo izbistriti vještačkom filtracijom kroz slojeve šljunka i pijeska ili propuštanjem kroz cjedila sa ugljem. Zameci klica uništavaju se u vodi hlorom, ozonom, svijetlom itd.

f) **Fizička svojstva vode.** Voda je kod + 4° C najgušća. Jedan kubni dm vode kod + 4° C teži tačno 1 kg. Voda nam daje jediničnu mjeru i za toplinu (kalorija). Temperatura, kod koje voda očvršćava, uzeta je kao početna i označena je sa 0° C.

Ohlađivanjem vode ispod + 4° C voda se postepeno rasteže. Kod 0° C ona se smrzne. Zbog rastezanja voda postaje lakša. Ona ostaje i zaleđuje se zbog toga na površini. Time su očuvane ribe i sve druge životinje u rijekama, jezerima i morima od propasti. Rastezanje vode kod smrzavanja daje joj snagu da upijena u kamenu može da razori i najtvrđe stijene.

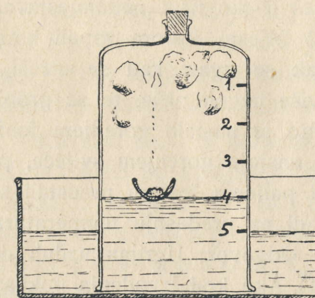
Tačka ključanja (vrelište) vode označena je sa 100° C. Za potpuno isparivanje 1 kg vode od 100° C treba privesti i potrošiti 536 kalorija.

Vježbe: Odvagni 100 g svježe trave, osuši je na suncu i ponovno vagni. Suha trava (sijeno) znatno će biti lakša. Zašto? Proračunaj u procentima sušenjem izgubljenu vodu.

8. Uzduh

a) **Glavne sastojine uzduha.** Stavimo li na vodu porculansku zdjelicu, a u nju komadić fosfora, i sve to pokrijemo staklenim zvonom, te na njemu zabilježimo visinu vode, i ako kroz grlo zvona zapalimo fosfor ugrijanom žicom i zvono odmah začepimo (sl. 20), fosfor izgori, a voda se u zvono uzdigne za $^1/_5$ one zapremine koju je uzduh prije pokusa zauzimao. U tom preostatku gasi se goruća trijeska.

Oduzimanje kisika uzduha možeš prikazati još jednostavnije, ako iznutra navlažiš zvono ili obični cilindar pospeš željeznim prahom i otvorom zaroniš u vodu. Koliko željezo pola-



Sl. 20. Izgaranje fosfora pod staklenim zvonom.

ganim rđanjem oduzme uzduhu kisika, za toliko se voda uzdigne u cilindru. (Pokus traje 1—2 dana).

Dio uzduha, koji je potrošen gorenjem, zove se kisik, a u zvonu zaostali dio nazivamo azot (dušik). Uz azot nalaze se pod zvonom još neki plinovi kojih u uzduhu ima vrlo malo. Ustanovljeno je da se u uzduhu nalazi 78,2% azota, 20,8% kisika, oko 1% plemenitih plinova, a od ovih je najviše argona. Osim toga ima u uzduhu još 0,04% ugljikdioksida, promjenljive množine vodenih para, svakojake prašine i zametaka različitih mikroorganizama.

Uzduha ima također apsorbovana u vodi, odakle se zagrijavanjem može izlučiti. Ostaviš li čašu svježe vode u toploj sobi, na njenim stranama izlučiće se mjehurići uzduha. Apsorbovani uzduh u vodi sadrži 35% kisika, jer voda upija i rastvara lakše kisik od azota. Sposobnost vode da apsorbuje veće količine kisika od važnosti je za život riba i drugih vodenih životinja.

Uzduh je smjesa plinova (gasova) bez boje, mirisa i ukusa. Jedna litra suhoga uzduha kod 0° C uz normalni pritisak (760 mm) teška je 1,293 g. Uzduh što oklapa našu zemlju, pritište svaki kvadratni centimetar njene površine težinom od 1,033 kg, a ovaj uzdušni pritisak nazivamo jedna atmosfera.

b) **Tekući uzduh.** Kad uzduh podvrgavamo velikom pritisku i istodobno ga ohlađujemo, prelazi on u tekuće stanje. U aparatima za dobivanje tekućeg uzduha izmjenično se pritište i rasteže uzduh. Kod svakog rastezanja on ohlađuje sve više sam sebe i konačno počne kapati kao tekućina.

Tekući uzduh je bezbojan, a budući da je to smjesa azota i kisika, možemo pojedine sastojine rastaviti frakcionovanom destilacijom. Azot, koji ključa kod — 195° C, prelazi prvi u plinovito stanje, a kisik u glavnom zaostaje.

Kisik uzduha troši se disanjem, a i gorenjem, truljenjem i gnjiljenjem.

Vježbe: 1) Znaš li tko nam nadomještava utrošeni kisik iz uzduha i kako to biva. 2) Mjesto fosfora zapali komadić svijeće pod staklenim zvonom. Plamičak se ugasi kad se utroši kisik, ali preostaloga »uzduha« ima sad još više negoli prije, te se probija napolje kroz vodu. Zašto? Odgovor: Ono što je nastalo gorenjem fosfora, upila je voda, a jedan dio od onoga što nastaje gorenjem svijeće, plin je koji ostaje nad vodom u zvonu. 3) Kod paljenja fosfora preostali se uzduh spočetka rasteže, a kad se sve ohladi na predašnju temperaturu, voda se istom tada utegne u zvono. Zašto? Odgovor: Ugrijan uzduh dosta se naglo rasteže kao i svaki drugi plin. 4) Ako kod izvođenja pokusa sa svijećom dodamo vodi vapnena mlijeka (u vodi razmuljen kreč), to će se voda vidljivo uzdizati u zvonu, jer vapneno mlijeko veže plin (ugljik-dioksid) koji nastaje sagorijevanjem svijeće. Voda se ipak ne uzdigne tako visoko kao kod sagorijevanja fosfora, jer se svijeća prije ugasi, nego što potroši sav kisik.

II. Osnovne hemijske pojave

1. Hemijsko spajanje (jedínjênje) ili sinteza

a) **Smjesa.** Izmiješamo li nešto željezne pilotine sa sumpornim prahom, nastane prividno jednolična siva masa u kojoj pod povećalom razabiramo odijeljeno čestice željeza i sumpora. Iz ove smjese mogu se magnetom izvaditi sve čestice željeza i tako ga rastaviti od sumpora.

Žbuka (mort), koja služi za vezanje opeka, priređuje se miješanjem pijeska i kreča. Ispiranjem žbuke na cjedilu možeš izaprati sav kreč, a na cjedilu zaostane pijesak.

Iz smjese kuhinjske soli i šećera možemo vaditi pojedine čestice i okusom ustanoviti da su jedne slane a druge slatke. U smjesi ostaju čestice pojedinih sastojina nepromijenjene, te se mogu razlučiti mehaničkim postupcima.

b) **Spoj (jedinjénje).** Smiješaš li 7 grama željeznog i 4 grama sumpornog praška, pa smjesu zagrijavaš u dugoljastoj staklenoj posudici (kušalici, epruveti), smjesa se na dnu kušalice uskoro zažari. Ukloniš li kušalicu s plamena, žarenje ipak napreduje dalje i obuhvati čitavu masu. Nakon svršenog žarenja smjesa je primila drugo lice. Željezne čestice ne mogu se više povećalom zapaziti odijeljeno, a ni magnetom razlučiti. Od dvije različne materije nastala je jedna nova.

Takovo sjedinjavanje dviju ili više materiju u jednu novu nazivamo hemijskim spajanjem (jedinjenjem) ili sintezom.

Ni najsitnije čestice nove materije ne razlikuju se nimalo jedna od druge. Ono što je nastalo od sumpora i željeza, to je hemijski spoj (jedinjenje) sumpora i željeza ili željezni sulfid. Siva smjesa željeza i sumpora razlikuje se od nastaloga crnog željeznog sulfida i po tom što ovaj razvija sa hlorovodičnom kiselinom plin neugodna mirisa.

Vaganjem se ustanovi da 7 g željeza i 4 g sumpora daju 11 g željeznog sulfida. Ako se spajanje provede u drugom omjeru, suvišak ne ulazi u spoj. U hemijskom spoju nije moguće sastojine raspoznati ili ih rastaviti mehaničkim postupkom, tj. izapiranjem, vjetrenjem, sijanjem, rastvaranjem i sličnim putem.

Hemijski spojevi pokazuju posve druga svojstva nego njihove sastojine. Hemijsko spajanje vrši se obično uz oslobađanje topline (smjesa željeznog i sumpornog praška se sva užarila bez daljeg vanjskog zagrijavanja).

c) **Zakoni hemijskog spajanja.** Težina hemijskoga spoja jednaka je zbroju težina onih sastojina (elemenata) koje su ušle u taj spoj. To je zakon o održanju i vječnosti materije.

Ovu zakonitost prvi je uočio i vagom u ruci dokazao veliki francuski hemik Lavoazie (Lavoisier 1743—1794).

Pojedine sastojine (elementi) ulaze u hemijske spojeve u određenim uteznim omjerima. To je zakon jednostavnih i stalnih uteznih omjera.

Molekule i atomi

Kao što je zid građen od opeka, a komad betona od kamenih zrnaca, tako je i željezo građeno od vrlo sitnih zrnaca koje nazivamo molekule željeza. Sve molekule željeza jednake su među sobom, a svaka takva molekula, makar i za se, još je uvijek čestica željeza. Jednako kao željezo građen je i sumpor od molekula sumpora, a tako i voda od molekula vode. Molekule vode možemo hemijskim putem rastaviti na vodik i kisik. Iz toga proizlazi da su te molekule sastavljene od još manjih čestica koje zovemo atomi.

Atomi su najsitnije čestice materije. Njih ne možemo dalje dijeliti ni mehaničkim ni hemijskim pomagalima. Atomi se međusobno udružuju i tako nastaju molekule. Molekule vodika i kisika sastavljene su od dva atoma dotičnog elementa; molekula fosfora sadrži četiri atoma, a molekule natrijuma i srebra samo po jedan atom. Molekule spojeva izgrađene su od različnih atoma. Molekula vode sastavljena je od jednog atoma kisika i dva atoma vodika. Molekulu željeznog sulfida čini

jedan atom željeza i jedan atom sumpora. Hemijski spojevi nastaju udruživanjem atoma različitih elemenata.

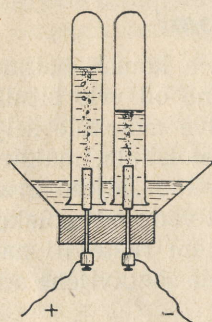
Vježbe: 1) Koliko treba uzeti sumpora na 1 dkg željeza da se to potpuno spoji u željezni sulfid. 2) Koliko dobiješ od toga željeznog sulfida? 3) Koliko treba uzeti željeza, a koliko sumpora, za 80 grama željeznog sulfida? 4) Kako se daleko raziđu komadići šećera rastvaranjem u vodi? Odgovor: Do najsitnijih čestica molekula. 5) Kap vode koju si obojadisao crveno fuksinom dodaj u litru bistre vode. Čitav volumen vode obojadiše se ružičasto, jer je sitnih molekula fuksina u bojadisanoj kapljici vode toliko da su miješanjem dospjele na svako mjesto u 1 l vode.

2. Hemijsko razlaganje (rastavljanje) ili analiza

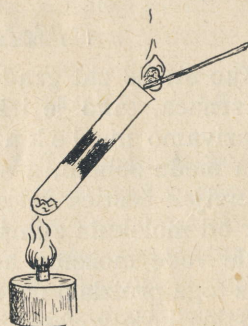
a) **Razlaganje vode elektrolizom.** Kroz vodu, koju smo zakiselili s nešto sumporne kiseline, provodimo električnu struju iz galvanskog članka. Na elektrodama, povrh kojih vise dva obrnuta cilindra nadopunjena vodom, razvijaju se bezbojni plinovi. Mjehurići se uzdižu i skupljaju pod cilindrima (sl. 21).

Plin, kojega ima dva puta više, zapali se od goruće trijeske, a sama se trijeska ugasi u njemu. Taj se plin zove vodik. Plin, sakupljen pod drugim cilindrom, ima svojstvo da u njemu zaplamti trijeska koja tinja. Njega nazivamo kisik. To je materija jednaka kisiku iz uzduha.

Razlaganje vode na vodik i kisik s pomoću električne struje zovemo elektroliza.



Sl. 21. Hemijsko razlaganje vode s pomoću električne struje.



Sl. 22. Hemijsko razlaganje oksida žive na kisik i živu.

b) **Razlaganje oksida žive.** Žariš li crveni oksid žive u kušalici, pa na njen otvor uneseš trijesku koja tinja, ona usplamti. Na hladnom dijelu kušalice, koju držimo kod zagrijavanja koso, razabira se sjajni obljep od sitnih kapljica žive (sl. 22). Nakon žarenja ima u kušalici manje oksida žive negoli prije.

Zagrijavanjem se raspada crveni oksid žive na kisik i živu.

c) **Elementi i spojevi (jedinjenja).** Vodik, kisik i živa ne mogu se razložiti na još jednostavnije materije. Takove najjednostavnije supstancije, koje se ne mogu dalje rastavljati nama poznatim sredstvima, nazivamo elementi. Obrnuto: voda, oksid žive i sve druge materije koje se dadu razložiti na dvije ili više različitih novih sastojina, nazivamo hemijski spojevi ili jedinjenja.

Razlaganje vode na njene sastojine proveli smo električnom strujom, a oksida žive zagrijavanjem. Vodik se može izlučiti i osloboditi iz vode i s pomoću natrijuma. Provedeni pokusi pokazali su da se voda sastoji od vodika i kisika, a crveni oksid žive od kisika i žive.

Razgrađivanje složenih materija na njihove sastojine (elemente) nazivamo hemijsko razlaganje, rastavljanje ili analiza.

Elemente dijelimo na metaloide i metale. Te pojedine grupe elemenata odlikuju se nekim zajedničkim svojstvima po kojima ih je lako razlikovati jedne od drugih. Svih elemenata ima oko 90, a samih metala ima preko 50.

d) **Simboli elemenata.** Nekoje hemijske elemente nalazimo gotove u prirodi, a druge valja hemijskim postupcima izlučiti iz spojeva. Radi kratkoće pisanja svakom hemijskom elementu pripada po jedna kratica, uzeta iz latinskog ili grčkog imena elementa. Tako se, na pr., željezo (latinski ferrum) bilježi kraćim znakom (simbolom) **Fe**; sumpor (latinski sulphur) znakom **S**; kisik (oxygenium) znakom **O**; vodik (hydrogenium) znakom **H**; itd. (Gledaj tablicu elemenata).

Vježbe: 1) Povuci nekoliko puta ovlaženim komadićem modre galice po nožu. Od modre galice dobio si nešto bakra koji se prilijepio kao tanka kožica po površini gvožđa. Je li, dakle, modra galica elemenat ili spoj? 2) Rđa, koja progriza željezo, nastaje samo onda, ako je željezo izloženo vlažnu uzduhu. Što je rđa, elemenat ili spoj? 3) Od čega bi rđa mogla da bude sastavljena? 4) Pogledaj u tablicu elemenata, pa reci koje od njih već poznaješ i otkuda. 5) Koliko se mijenjaju molekule vode kod elektrolize? Odgovor: Raspadaju se na atome vodika i kisika, ali ti atomi oslobođeni iz molekula vode uskoro se opet međusobno združuju. 6) Od kojih su atoma izgrađene molekule vodika i kisika, a od kojih molekule vode i oksida žive?

Kod spajanja istih atoma nastaju molekule elemenata, a atomi različnih elemenata udruženi tvore molekule spoja. Samih atoma ima baš toliko vrsta koliko i elemenata, dok je različnih molekula toliko koliko ima svih spojeva i elemenata zajedno.

Pregled simbola, atomskih težina i valencija najvažnijih metaloida.

Grupe	I m e	Znak ili simbol	Atomska težina	Valencija
1	Vodik (Hydrogenium)	H	1,008	I
2	Fluor Hlor (Chlorum) Brom Jod	F Cl Br J	19,00 35,46 79,92 126,93	I
3	Kisik (Oxygenium) Sumpor (Sulphur)	O S	16 32,06	II (4) (4,6)
4	Azot (Nitrogenium) Fosfor (Phosphorus) Arsen Antimon (Stibium)	N P As Sb	14,01 31,02 74,96 121,76	III. V.
5	Bor	B	10,82	III
6	Ugljik Silicijum	C Si	12 28,06	IV.

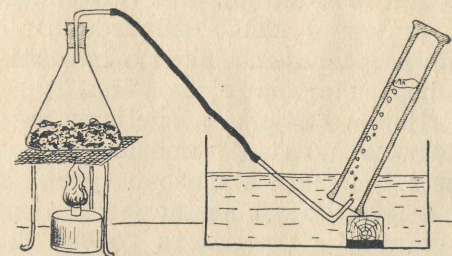
III. Najvažniji metaloidi

A) Elementi vode

1. Kisik, O = 16

a) **Dobivanje i svojstva kisika.** Slobodna kisika ima u uzduhu, a vezana u mnogim spojevima kore zemaljske i u svim biljnim i životinjskim organizmima. On je najrašireniji elemenat i ima ga toliko u prirodi koliko svih ostalih elemenata zajedno.

Čist kisik dobili smo elektrolizom vode i žarenjem crvenog oksida žive. Naveliko dobiva se iz tekućeg uzduha. Dosta se jednostavno može dobiti i žarenjem smjese kalijum-hlorata i manganove rudače (piroluzita). Kisik koji se tako dobije hvatamo u obrnute cilindre ili boce koje smo napunili vodom. U tu svrhu služi posebna kada s mostićem ili obična posuda u koju se metne drvena podloga za oslon cilindru ili posudi u kojoj se hvata kisik. Drvena podloga ne uzdiže se na površinu vode, jer je oteščana s donje strane olovnim limom (sl. 23). Na tako jednostavan način hvatamo i druge plinove. Kisik, ug-



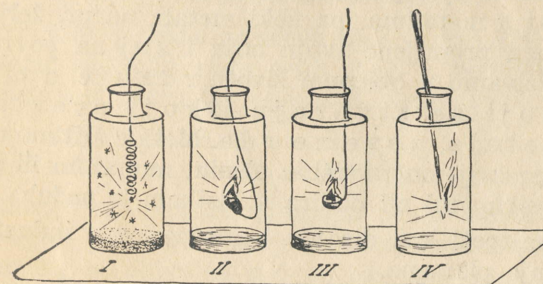
Sl. 23. Dobivanje kisika zagrijavanjem smjese kalijum-hlorata i manganove rudače. Kisik se odvodi pod vodu, a odavle se hvata u okrenute staklene cilindre i posude napunjene vodom.

ljik-dioksid i druge plinove koji su teži od uzduha možemo hvatati i u otvorenim posudama. Cijev za dovod plina mora sizati do dna posude.

Ako u cilindar napunjen kisikom zaronimo **treščicu** koja tinja, ona naglo plane sjajnim plamenom. To je ujedno dokaz da je u posudi čist kisik. I druge gorive materije sagorijevaju u kisiku naglo i vrlo svijetlim plamenom.

Fosfor i **natrijum** počeće gorjeti naglo u kisiku, ako ih dotaknemo užarenom žicom. **Sumpor** i **ugalj** izgaraju u kisiku također jasnim plamenom.

Ako saviješ spiralno tanku **čeličnu žicu** od tambure koju si prije otkalio zagrijavanjem u plamenu i pričvrstiš na donji njezin kraj zapaljenu gubu, pa sve to utakneš u bocu s kisikom, žica će se zapaliti od gube i izgorjeti sipajući iskre na strane u boci. Spomenuti pokusi sagorijevanja u kisiku prika-



Sl. 24. Izgaranje u kisiku: I spiralno savijena željezna žica, II drveni ugalj, III u kašičici može izgarati sumpor, fosfor ili natrijum, IV treščica, koja tinja, zaplamti u kisiku.

zani su na slici 24. Dno posude u kojoj sagorijeva željezo prekrijemo pijeskom, a u ostale boce nalijemo nešto vode.

Ako u tikvicu, u kojoj je izgorio fosfor ili sumpor, ulijemo lakmusom obojenu vodu, dobije se tekućina crvene boje i

kisela ukusa. Oksidi fosfora, sumpora i drugih metaloida, koji nastaju sagorijevanjem u kisiku (ili uzduhu), čine s vodom kiseline. Njih raspoznajemo lako po tom što obraćaju modru lakmusovu boju u crvenu.

Oksidi natrijuma, kalijuma i kalcijuma rastvoreni u vodi daju tekućine lužnata ukusa. Zovemo ih baze. One se razlikuju od kiselina i time što lakmusovu crvenu boju obraćaju u modru. Oksid željeza koji je nastao izgaranjem željezne žice u kisiku ne rastvara se niti spaja sa vodom. Prema tome okside možemo podijeliti na kisele, bazične i neutralne.

Na zdjelice vage stavi dvije široke suhe čaše, te izravnaj vagu da bude ravnoteža. Jednu čašu napuni kisikom koji dovodiš s pomoću cijevi što seže do dna. Čaša će napunjena kisikom pretegnuti.

Kisik je plin bez boje, ukusa i mirisa, a teži je od uzduha. On sam ne gori, ali podržava i pospješuje gorenje. Sve materije, koje gore u uzduhu, sagore u kisiku mnogo brže i uz višu temperaturu.

b) **Oksidacija (gorenje).** Spajanje bilo kojeg tijela s kisikom zove se oksidacija. Materije, koje oksidacijom nastaju, zovu se oksidi; to su spojevi elemenata s kisikom.

Kod sagorijevanja sumpora i uglja nastanu oksidi koji su plinovi, a spajanjem kisika s natrijumom i fosforom dobiju se oksidi kao bijeli prah.

Oksidacija, kod koje se pojavi svjetlost i toplina, naziva se gorenje. Sagorijevanje u uzduhu vrši se sporije, jer je kisik razrijeđen azotom. Kisik se spaja i s metalima, pa neki metali, na pr. željezo i bakar, zbog toga promijene svoju boju i sjaj na površini. Tu promjenu nazivamo u običnom životu rđanje, a metalne okside, koji se stvaraju i koji prevlače površinu metala, zovemo rđa. Metale štitimo od rđanja tako da im prekrijemo površinu uljnim namazom ili grafitom. Time se odijeli metal od dodira s kisikom iz uzduha.

Kisik se troši kod disanja i gorenja, a u industriji služi za raspirivanje plamena.

Uz kisik, kojemu proučismo svojstva, dolazi u uzduhu u manjim količinama još jedan oblik tz. aktivnog kisika koji nazivamo ozon.

Ozon, O_3, nastaje u prirodi za vrijeme oluje i grmljavine, dakle, kada uzduhom preskaču električne iskre. Osim toga ozon se stvara, ako se veće površine vode isparavaju izložene direktnom sunčanom svijetlu (more). Prema tomu zamjetljive količine ozona naći ćemo na moru, polju i šumama,

naročito crnogoričnima, gdje on nastaje i oksidacijom eterskih ulja.

Veće količine ozona možemo prirediti i vještački, ako puštamo da u čistom kisiku izbijaju električne iskre inducirane struje. Kod toga se kisik zgusne, da od njegova 3 volumena nastaju dva volumena ozona. Molekule običnog kisika sadrže zajedno vezana po dva atoma kisika, a kod stvaranja ozona udružuju se tri kisikova atoma zajedno.

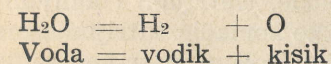
Ozon djeluje znatno jače oksidaciono nego obični kisik. On rastvara brzo materije koje nastaju truljenjem, uništava bakterije, pa se ozonom može sterilizovati i pitka voda. On služi za izbjeljivanje pamučnih i lanenih tkanina što se vrši i onda kada se mokro rublje suši i izloži utjecaju sunčane svjetlosti.

Na proučenom primjeru upoznali smo da se jedan te isti elemenat može pojaviti u više oblika (modifikacija), koji se razlikuju po fizičkim i hemijskim svojstvima. Takovu pojavu kod elemenata nazivamo alotropija. Kisik je elemenat koji se pojavljuje u dvije alotropske modifikacije.

Vježbe: 1) Uzduh na vrlo visokim gorama razrijeđen je i zato siromašan kisikom. Zato ljudi, po potrebi, nose sa sobom kisik stisnut u zatvorenoj posudi i pomalo ga otpuštaju pod nos da olakšaju disanje. 2) Što je potrebno da u peći dobro gori. 3) Zašto piriš u vatru kad slabo gori. 4) Zašto kovač mješinom potpiruje oganj? Zašto petrolejska svjetiljka slabije gori kad skineš staklo s nje? Odgovor: Slabija je promaha, pa uzduh sporije dolazi do plamena. 6) Zašto imaju fabrike visoke dimnjake?

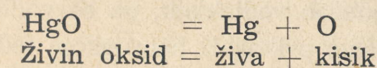
+ Hemijske jednadžbe

Budući da je voda hemijski spoj vodika (H) i kisika (O), mogli bismo za vodu uzeti znak H_2O, a hemijsko razlaganje vode električnom strujom prikazali bismo ovako:



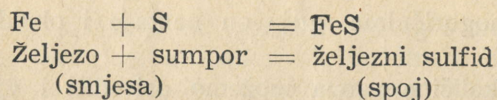
$$H_2O = H_2 + O$$
Voda = vodik + kisik

Jednako tako možemo crveni prah oksida žive označiti ukratko HgO, jer znamo da je sastavljen od žive (Hg) i kisika (O). Ono, što se zbiva sa živinim oksidom kad ga zagrijemo, predočujemo ukratko ovako:



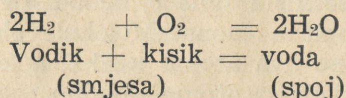
$$HgO = Hg + O$$
Živin oksid = živa + kisik

Takove kratke rečenice (izrazi) prikazuju nam hemijsku radnju (proces), a zovamo ih hemijske jednadžbe. Sjedinjavanje željeza i sumpora u željezni sulfid prikazuje nam slijedeća jednadžba:



$Fe + S = FeS$
Željezo + sumpor = željezni sulfid
(smjesa) (spoj)

Spajanje vodika i kisika u vodu prikazuje ova jednadžba:



$2H_2 + O_2 = 2H_2O$
Vodik + kisik = voda
(smjesa) (spoj)

Sagorijevanje sumpora i natrijuma u kisiku prikazujemo slijedećim hemijskim jednadžbama:



$S + O_2 = SO_2$; $2Na + O = Na_2O$

Znakom jednakosti rastavljena je svaka hemijska jednadžba na lijevu i desnu stranu.

Lijeva strana hemijske jednadžbe prikazuje nam ono što smo imali prije početka hemijskog procesa, a desna ono što je od toga nastalo nakon dovršenog hemijskog procesa.

Kod ispravno napisane hemijske jednadžbe mora ukupni broj atoma na lijevoj strani biti jednak broju atoma na desnoj strani jednadžbe.

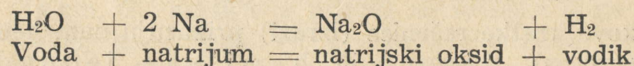
Vježbe: 1) Prikaži hemijskim jednadžbama oksidaciju: fosfora, uglja (ugljika) i željeza.

2. Vodik, H = 1,008

a) **Dobivanje i svojstva vodika.** U prirodi nema vodika slobodna, nego samo u spojevima. Voda je njegov najvažniji spoj.

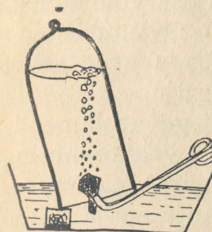
Vodik se dobiva iz vode elektrolizom. Neki metali mogu izlučiti vodik također iz vode. Natrijum i kalijum čine to već kod obične temperature. Ako komadić natrijuma metneš pod cilindar ili kušalicu napunjenu vodom, natrijum se uzdigne i burno razvija plin bez boje koji potiskuje vodu iz cilindra. Pokus se može izvesti i tako da se komadić natrijuma omota bakarnom mrežicom i pridrži kliještima pod preokrenutom posudom (sl. 25.). Plin, koji se sakupi pod cilindrom, ima sva svojstva vodika. Natrijum je oduzeo vodi kisik, pa se vodik oslobodio.

I taj proces možemo prikazati hemijskom jednadžbom.

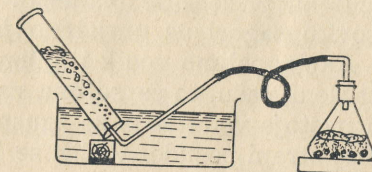


$H_2O + 2\,Na = Na_2O + H_2$
Voda + natrijum = natrijski oksid + vodik

Za pokuse dobije se vodik najlakše iz sumporne kiseline i cinka. U boci prelijemo komadiće cinka razrijeđenom sum-

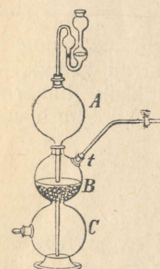


Sl. 25. Natrijum istiskuje iz vode vodik. Osobođen vodik uzdiže se u mjehurićima i puni posudu odozgo prema dolje.

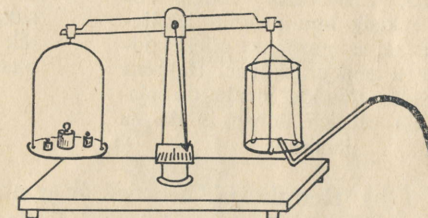


Sl. 26. Oslobađanje vodika iz razrijeđene sumporne kiseline s pomoću cinka.

pornom kiselinom. Plin, koji se razvije, hvatamo u preokretim cilindrima ili bocama (sl. 26). Za razvijanje vodika i drugih plinova može se upotrebiti također i posebno građen aparat od Kipa (sl. 27).



Sl. 27. Za razvijanje vodika i drugih plinova upotrebljava se također i ovako građen aparat od Kipa. U B stavi se cinak, a iz C se uzdiže i pridolazi razblažena kiselina.



Sl. 28. Vodik se privodi u okrenutu čašu koju smo uravnotežili na jednom kraku vage. Taj se krak diže, jer je vodik lakši od uzduha.

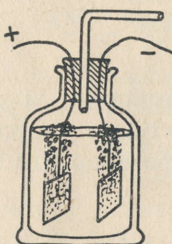
Vodik je najlakši plin, pa se kod pravljenja pokusa i punjenja u cilindre moraju cilindri okrenuti otvorom prema dolje. Zaronimo li u takav cilindar, koji je napunjen vodikom, svjećicu ili goruću trijesku, ona će se ugasiti, ali će se od njezina plamena vodik zapaliti i sagorijevati.

Vaganjem vodika u preokrenutom cilindru možemo dokazati da je on lakši od uzduha (sl. 28).

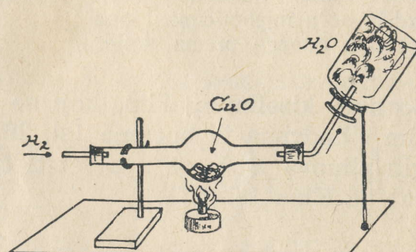
Napunimo li vodikom kušalicu, u kojoj je zaostalo nešto uzduha, smjesa tih plinova prasne, ako se zapali. Najjači se prasak dobije, ako se smiješa kisik i vodik u onom omjeru kako se izlučuje elektrolizom iz vode, tj. ako na 2 zapremine vodika dolazi 1 zapremina kisika. Ovakovu smjesu zovemo praskavi plin (sl. 29). Pokus sagorijevanja praskavog

plina izvede se najzgodnije, tako da se smjesa vodika i kisika uvodi u sapunicu (vodeni rastvor sapuna). Mjehurićima koji su uzdignu prinese se plamičak treščice. Praskavac se zapali i časovito sagori uz umjereno jaku eksploziju.

Ako zapalimo vodik i držimo iznad njegova plamena oveću staklenu čašu, to će se ona zamagliti, jer vodikovim izgaranjem nastaje voda koja se zgusne (kondenzira) na unutarnjoj hladnoj strani posude. Vodik se kod izgaranja spaja s kisikom iz uzduha u vodu.

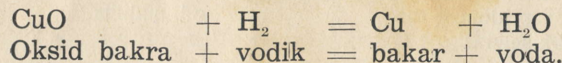


Sl. 29. Elektroliza vode. Vodik i kisik koji nastaju izmiješaju se u gornjem dijelu posude u plin praskavac. Bakrene žice što dovode struju do platinskih pločica dobro je da su izolirane.



Sl. 30. Redukcija užarenog oksida bakra u struji vodika. Vodik oduzima kisik bakarnom oksidu i spaja se s njim u vodu.

b) **Redukcija.** Metneš li u staklenu cijev crnoga oksida bakra, te ga zagrijavaš i preko njega prevodiš suhi vodik, crni će oksid bakra pokazati uskoro crvenkastu boju bakra, a kapljice vode nahvataće se pri izlazu cijevi (sl. 30). Iz oksida bakra i vodika dobije se bakar i voda:



$$CuO + H_2 = Cu + H_2O$$
Oksid bakra + vodik = bakar + voda.

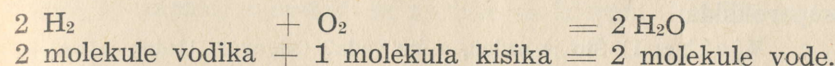
Vodik je oduzeo oksidu bakra kisik i spojio se s njim u vodu. Od oksida bakra postao je gubitkom kisika bakar. O d u z i m a n j e k i s i k a o k s i d i m a z o v e s e r e d u k c i j a. Dok je oksid bakra gubio kisik, vodik ga je istodobno primao i spajao se s njim u vodu. Bakreni se oksid, dakle, reducirao, a vodik se oksidirao.

Vodik je plin bez boje, ukusa i mirisa. Zapaljen gori slabo svijetlim, ali vrlo toplim plamenom. Upaljene se materije u njemu ugase, jer on ne podržava gorenje. On je najlakša supstancija, te je 14 i pol puta lakši od uzduha, a 16 puta od kisika.

Upotrebljava se zbog svoje malene gustoće za punjenje uzdušnih balona, a njegovim sagorijevanjem postižu se visoke

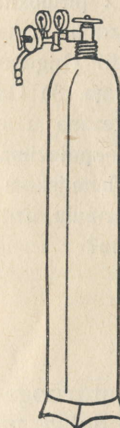
temperature. U trgovini dolazi u čeličnim bocama pod velikim pritiskom (sl. 31).

c) **Vodik prema kisiku u vodi.** Razlaganjem vode dobiva se uvijek po obujmu dvaput više vodika negoli kisika. Obrnuto, za spajanje vodika s kisikom, treba uzeti također na 2 obujma vodika po 1 obujam kisika. Zato spajanje vodika s kisikom i prikazujemo ovom hemijskom jednadžbom:

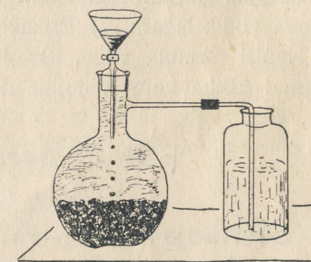


$$2\ H_2 + O_2 = 2\ H_2O$$
2 molekule vodika + 1 molekula kisika = 2 molekule vode.

Jednu molekulu vode prikazujemo dakle znakom H_2O. Taj nam znak kazuje da su u molekuli vode udružena 2



Sl. 31. Čelična boca u kojoj dolaze plinovi (kisik, vodik, hlor, ugljik-dioksid i dr.) pod velikim pritiskom.



Sl. 32. Razvijanje hlora iz kalijum-permanganata i hlorovodične kiseline.

atoma vodika s 1 atomom kisika. Znak $2H_2O$ predočuje 2 molekule vode.

Kako se jednake zapremine vodika, kisika, a i drugih plinova, jednako vladaju prema promjeni temperature i pritiska, izvedeno je odatle ovo pravilo:

J e d n a k e z a p r e m i n e r a z l i č n i h p l i n o v a i m a j u u z j e d n a k u t e m p e r a t u r u i p r i t i s a k j e d n a k b r o j m o l e k u l a (Avogadrovo pravilo).

1 litra vodika sadrži, dakle, isto toliko molekula koliko i 1 litra kisika, a 2 litre vodika sadrže dvaput više molekula od 1 litre kisika.

Razlaganjem vode dobivamo molekula vodikovih dvaput toliko koliko molekula ima u nastalom kisiku.

Vodik se i kisik spajaju međusobno i u drugom omjeru nego u vodi. Takav je spoj vodika i kisika v o d i k-s u p e r-

oksid, H_2O_2. Usporedimo li formulu vode i vodik-superoksida, zapazićemo da taj sadrži u molekuli jedan atom kisika više. Vodik-superoksid bogatiji je kisikom nego voda, pa zato može djelovati oksidaciono. Upotrebljava se za bijeljenje kose, vune, krzna, pamuka itd. U trgovini dolazi njegov 3% i 30% vodeni rastvor, koji se prije upotrebe mora razblažiti. Za grgljanje upotrebljava se 1—0,5% vodeni rastvor vodik-superoksida.

Vježbe: 1) Što je uzduh, a što voda? Odgovor: Uzduh je smjesa plinova, poglavito azota i kisika, a voda je spoj kisika i vodika. 2) Kako ćemo razložiti vodu na njene elemente, a kako rastaviti uzduh na njegove sastojine? 3) Kako dobivamo čisti kisik? Odgovor: Kod pokusa kisik smo dobivali zagrijavanjem oksida žive ili kalijum-hlorata i pirulozita i elektrolizom vode, a veće količine dobivaju se iz tekućeg uzduha iz kojega treba ispariti azot. 4) Kako dolazi kisik i vodik u prirodi? Odgovor: Kisika ima slobodna i u spojevima, a vodika samo u spojevima. 5) Gdje dolazi vodik vezan još osim u vodi? Odgovor: Njega ima vezana u svim kiselinama i bazama, u nafti, alkoholu i mnogim drugim spojevima. 6) Što nastaje kada vodik izgara. 7) Prikaži izgaranje vodika hemijskom jednadžbom. 8) Napiši formulu vode. 9) Možeš li napisati formulu uzduha? 10) Osim azota i kisika koje sastojine dolaze još u uzduhu?

B) *Halogeni elementi*

1. Hlor, Cl = 35,46

a) **Dobivanje i svojstva hlora.** Elementarnoga hlora nema u prirodi, a najrašireniji je spoj u kojem dolazi natrijum-hlorid, NaCl ili kuhinjska sô.

Hlor dobiješ iz obične kuhinjske soli, ako je pomiješaš sa surim kamenom (piroluzitom) i sumpornom kiselinom, te smjesu lagano griješ, ili ako kalijskom permanganatu polagano dokapavaš hlorovodične kiseline (sl. 32).

Na veliko se proizvodi hlor elektrolizom kuhinjske soli.

Hlor je plin zelenkastožute boje, a dva i pô puta teži je od uzduha. Udisan draži na kašalj i djeluje vrlo otrovno, jer izjeda organe za disanje i izaziva bacanje krvi. Pokuse sa hlorom treba zbog toga izvoditi oprezno i uz jaku promahu.

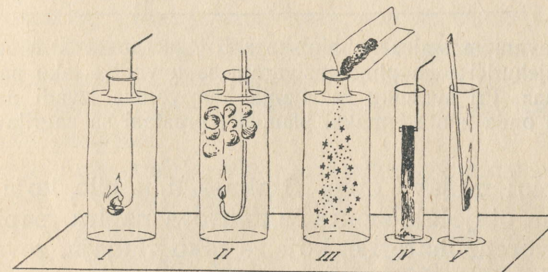
Hlor se spaja naglo s drugim elementima, često uz pojavu svjetlosti i topline.

Prevodimo li suhi hlor preko ugrijanog natrijuma, taj izgara žutim plamenom, i onda nastaje bijeli prašak slana ukusa, a to je kuhinjska sô: Na + Cl = NaCl.

Pomiješamo li jednake zapremnine vodika i hlora, sjediniće se ti elementi na sunčanoj svjetlosti uz eksploziju. Na uzduhu zapaljen vodikov plamen gori dalje, ako ga staviš u hlor, a kod toga se razvija hlorovodik: H + Cl = HCl.

Papir za filtraciju, namočen u terpentinskom ulju, zapali se u hloru uz veliko razvijanje čađi. Hlor oduzima terpentinskom ulju vodik, kod čega se razvija toplina, te se papir zapali.

Hlor se vrlo rado udružuje i sa mnogim drugim elementima. Antimonov prah jedini se sa hlorom uz pojave topline. Uroniš li u hlor zlatnožute listiće legure bakra i cinka, listići se zapale, a metali se sjedine sa hlorom (sl. 33).



Sl. 33. Pokusi sa hlorom:
U posudi I izgara natrijum u hloru na kuhinjsku sô. U posudi II izgara vodik u hloru i nastaje hlorovodik. U posudi III spaja se antimonov prah sa hlorom uz pojavu svjetlosti. U posudi IV spaja se bakar bakarnih listića sa hlorom. U posudi V izgara u hloru terpentinsko ulje na namočenom filtar-papiru.

Spojevi hlora s drugim elementima zovu se hloridi.

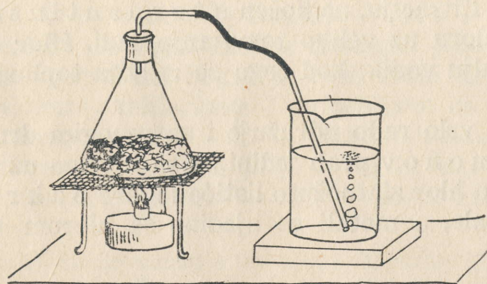
Crveni jorgovan i drugo šareno cvijeće izbijeli u hloru, jer on razara biljne boje. Hlor se rastvara lako u vodi, a rastvor se zove hlorna voda. Hlor se upotrebljava za bijeljenje pamučnih i lanenih tkanina i drvne celuloze i kao sredstvo za desinfekciju.

Hlor se prodaje ili u željeznim bombama ili kao hlorno vapno, a ovo se dobije uvođenjem hlora u gašeno vapno.

b) **Hlorovodik HCl.** Ovaj spoj hlora i vodika nalazimo u prirodi samo na nekim mjestima. Ima ga nešto u vulkanskim plinovima i u vodenom rastvoru želučanog soka.

Naveliko dobivamo ga, ako oprezno grijemo kuhinjsku sô zajedno sa sumpornom kiselinom (sl. 34). Plin, koji se pri tom razvija, bezbojan je, puši se na vlažnu uzduhu i ima zagušljiv i bockav miris. Uvodimo li hlorovodik u vodu, ona ga lako rastvara, a takav je rastvor kisela ukusa i zove se hlorovodična ili sôna kiselina. Sôna kiselina, koja dolazi u trgovinu, sadrži 32—40% hlorovodika.

Staviš li kap razrijeđene sône kiseline na jezik, ona je kisela ukusa. Protari je nešto među prstima. Onome što osje-



Sl. 34. Zagrijavanjem smjese kuhinjske soli i sumporne kiseline razvija se hlorovodik. Mjehurići toga plina rastvaraju se u vodi i tako nastaje hlorovodična kiselina. Pri svršetku razvijanja hlorovodika izvadi najprije cijev iz čaše, a onda istom izmakni plamen i prestani sa zagrijavanjem.

ćamo kažemo: mršav opip. Utakneš li u bilo koju razrijeđenu kiselinu otsječak modra lakmusova papira, papir pocrveni. Sve rastvorene materije, koje se tako vladaju, zovemo u hemiji kiseline.

Lakmus je modra boja koja se dobiva iz nekih lišajeva. Lakmusov papir dobićemo, ako umočimo papir za filtraciju u rastvor takove boje. Papir se time obojadiše lakmusom koji nakon isparavanja vode na papiru zaostane.

Lakmusov papir upotrebljava se za raspoznavanje kiselih i bazičnih tekućina. U kiselinama se obojadiše lakmus crveno, a umočen u lužnat rastvor on pomodri.

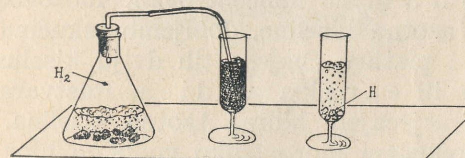
Lakmusova boja dobiva se iz lišajeva na taj način da se samljeveni lišajevi zamijese sa nešto vode kojoj smo dodali potaše, vapna ili amonijaka. Smjesa se ostavi da jedno vrijeme vri, pa se uskoro pojavi modra lakmusova boja koja se u vodi lako rastvara.

Afinitet

Sila, koja drži na okupu najbliže molekule jedne materije, zove se kohezija. Molekule su građene od atoma. Sila, koja drži na okupu atome iste molekule, zove se afinitet. Kod hemijskih procesa molekule se obično raspadaju na atome, a ti se atomi udružuju odmah drugojačije u nove molekule. Od više atoma udružiće se u molekulu oni između kojih vlada jači afinitet. Afinitet hlora prema vodiku vrlo je velik, te se hlor združuje s njim u hlorovodik. Afinitet između željeza i sumpora već je nešto slabiji. Zato treba smjesu željeznog i sumpornog praha ugrijati da se unaprijedi hemijsko spajanje. Afinitet između azota i kisika vrlo je slab, te stoga u uzduhu ostaje kisik pored azota kod obične temperature nepromijenjen.

Afinitet se pojavljuje između atoma različnih molekula samo onda, ako one stoje u blizom doticaju jedna uz drugu. Čvrste materije teško je mrvljenjem potpuno usitniti do samih molekula. U takovoj smjesi je površina njihova doticanja vrlo malena, i zato hemijske reakcije između praškastih supstancija teku vrlo sporo. U vodi su rastvorene materije raspršene do samih molekula, a često i na još jednostavnije česti (ione), pa se zato hemijski procesi u rastvoru svršavaju mnogo brže. U plinskoj smjesi dolaze molekule savršeno izmiješane. Zbog neprestanog gibanja molekula one se često sudaraju, te je mogućnost hemijskog djelovanja vrlo povoljna. Stavimo li plinsku smjesu pod pritisak, gustoća i doticaj molekula znatno se poveća, pa se uz takove okolnosti brzina hemijskih reakcija mnogostruko pospješi.

U dvije čaše nalij vrlo razrijeđenog rastvora kalijumpermanganata i dodaj još nekoliko kapi sumporne kiseline. Tada dovodi u jedan rastvor vodik iz boce za razvijanje, a u drugu čašu baci komadić cinka. Slabo ružičasta boja permanganata u posljednjem pokusu uskoro izblijedi i nestane utjecajem vodika koji se stvara baš u samom rastvoru, a boja se permanganata u prvoj čaši uzdrži (sl. 35).



Sl. 35. Djelovanje molekularnog (H_2) i nascetnog (H) vodika na vrlo razrijeđeni rastvor kalijum-permanganata.

Kada se atomi oslobode iz kakve molekule (vodik iz sumporne kiseline), kažemo da se oni nalaze u tom času u statusu nascendi. U tom momentu njihove kratkotrajne slobode (rađanja) raspolažu oni s čitavim svojim afinitetom, a zbog toga i jest snaga djelovanja u statusu nascendi kod svih atoma najveća.

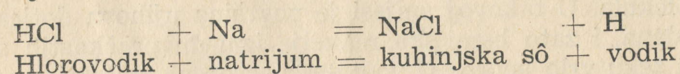
Vježbe: Zašto natrijum potiskuje vodik iz vode? Odgovor: On ima veći afinitet prema kisiku, i zbog toga se s njime spaja, dok vodik potisnut ostaje osamljen.

Što su soli

Ako u sônu kiselinu baciš komadić natrijuma, spaja se on naglo s hlorom i zbog hemijske reakcije natrijuma uskoro nestane.

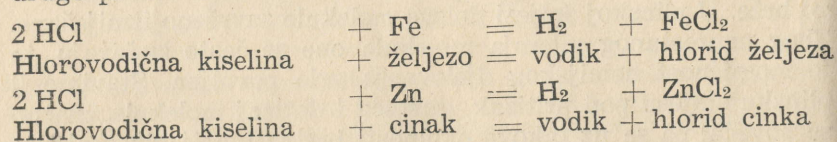
Plin, koji se izvija, možeš uhvatiti, te ćeš ga prepoznati kao vodik. Ispariš li zaostatak, tada zaostane kao talog bijeli

prašak, slana ukusa, a to je kuhinjska sô. Natrijum je iz hlorovodika protjerao vodik i sa preostalim hlorom spojio se u kuhinjsku sô ili natrijum-hlorid:



HCl	+ Na	= $NaCl$	+ H
Hlorovodik	+ natrijum	= kuhinjska sô	+ vodik

Slično biva, ako mjesto natrijuma baciš u sônu kiselinu druge proste metale:



2 HCl	+ Fe	= H_2	+ $FeCl_2$
Hlorovodična kiselina	+ željezo	= vodik	+ hlorid željeza
2 HCl	+ Zn	= H_2	+ $ZnCl_2$
Hlorovodična kiselina	+ cinak	= vodik	+ hlorid cinka

Prosti metal svagda protjera iz hlorovodika vodik, a sa preostalim hlorom združi se u spoj koji se naziva hlorid.

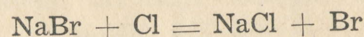
$FeCl_2$ je hlorid željeza, a $ZnCl_2$ je hlorid cinka. Svi ti hloridi oslana su ukusa kao i kuhinjska sô, a i rastvaraju se u vodi poput kuhinjske soli. Zato se i oni nazivaju soli, i to soli hlorovodične ili sône kiseline, jer su nastali dodavanjem metala toj kiselini.

Miješamo li 3 dijela koncentrovane hlorovodične i 1 dio koncentrovane azotne kiseline, dobijemo tekućinu u kojoj se rastvara zlato i platina. Smjesa tih dviju kiselina zove se kraljevska ili carska vodica. Rastvaranje zlata i platine vrši se utjecajem hlora. Azotna kiselina, koja je bogata kisikom, oduzima hlorovodiku vodik, a hlor se oslobađa i pretvara zlato i platinu u hloride.

2. Brom, Br = 79,92

Brom se u prirodi nalazi samo u spojevima. Njegovih spojeva ima kod Štasfurta u Njemačkoj uz naslage kamene soli i rastvorenih u morskoj vodi.

Hlor ima veći afinitet prema metalima nego brom, te ga može potisnuti iz njegovih spojeva. Zato se brom dobiva tako da uvodimo hlor u rastvor njegovih spojeva.



$$NaBr + Cl = NaCl + Br$$

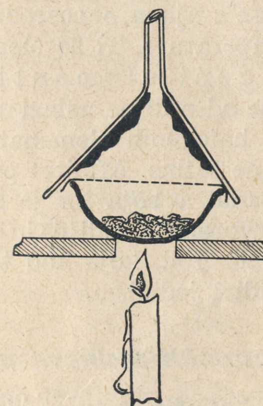
Brom je crvenosmeđa tekućina. To je jedini metaloid koji kod obične temperature teče. On se lako isparuje i njegove su pare otrovne i zagušljiva mirisa. Rastvor je broma u vodi žutocrvene boje, a zove se bromna voda. Po svojim svojstvima brom je sličan hloru, samo ima nešto manji afinitet prema vodiku i metalima.

3. Jod, J = 126,92

Jod dolazi u prirodi samo u spojevima. U maloj količini ima spojeva joda u morskoj vodi, morskim biljkama i životinjama. Ljekovita mineralna vrela u Lipiku i Sisku sadrže jodnih spojeva. Jod se prije dobivao iz pepela morskih biljaka, a sada se dobiva kod čišćenja sirove čilske salitre.

Jod je čvrst elemenat crnosive boje. Već kod obične temperature pomalo se isparava, a zagrijavanjem prelazi u vidljive ljubičaste pare koje se na hladnim mjestima hvataju kao čvrst jod (sl. 36).

Neposredno prelaženje iz čvrstog agregatnog stanja u plinovito ili obrnuto zovemo sublimacija.



Sl. 36. Sublimacija joda. Čisti jod zagrijavan u maloj zdjelici prelazi u ljubičaste pare koje se hvataju na hladnim stranama lijevka kao čvrsti jod.

U vodi se rastvara jod slabo, a u alkoholu vrlo lako. Rastvor joda u alkoholu upotrebljava se u medicini za liječenje rana, a zove se jodna tinktura. Dodamo li nekoliko kapi razrijeđena rastvora tinkture skrobu (glavni sastavni dio brašna), oboji se on modro.

4. Fluor, F = 19,00

Najvažniji spoj fluora je kalcijum-fluorid, CaF_2, koji se kao mineral nalazi u prirodi. Afinitet fluora prema drugim elementima je vrlo velik, te ga je zato teško izlučiti iz njegovih spojeva. S vodikom se spaja već kod obične temperature i u tami uza snažnu eksploziju. Fluor je priredio Moasan (Moissan) 1886 god. elektrolizom fluorovodika HF.

Fluorovodik, HF, dobiva se grijanjem kalcijum-fluorida sa sumpornom kiselinom u olovnim posudama. Nje-

gov rastvor u vodi zove se fluorovodična kiselina, a soli te kiseline su fluoridi.

Fluorovodična kiselina izjeda staklo, pa se upotrebljava za pisanje i risanje po staklu. Čuva se u posudama od gutaperče. Staklenu pločicu prelij rastaljenim voskom ili parafinom, a kada ovaj očvrsne, ispiši na njemu kovnim šiljkom svoje ime. Ovako priređenom staklenom pločicom poklopi posudu od olova u kojoj razvijaš fluorovodik. Otvorena mjesta na staklenoj pločici, do kojih dopre taj plin, biće izjedena i izdubena.

Pregled svojstva halogenih elemenata

Elementi: fluor, hlor, brom i jod imaju prema metalima tako velik afinitet da se s njima neposredno spajaju u soli kod obične ili povišene temperature. Ti se elementi zovu zbog toga svoga svojstva halogeni elementi (hals = sô, genao = tvorim). Ni jedan se od njih ne nalazi u prirodi u elementarnom stanju. Svojstva halogenih elemenata mijenjaju se pravilno s porastom atomne težine. Afinitet prema vodiku idući od fluora prema jodu opada, a boja im je sve tamnija. Njihovi spojevi s vodikom rastvoreni u vodi daju kiseline, u kojima se rastvaraju prosti metali. Soli, koje kod toga nastaju, zovu se fluoridi, hloridi, bromidi i jodidi.

C) Metaloidi kisikove grupe

1. Sumpor, S = 32,06

a) **Dobivanje i svojstva sumpora.** Sumpor je u prirodi jako raširen. Ima ga elementarna, ali se nalazi i u mnogim spojevima. Samorodan sumpor dolazi u blizini živih i mrtvih vulkana. Tu ga ima čista ili izmiješana s laporom, vapnencem i sadrom. Najvažnije je evropsko nalazište samorodnog sumpora u Siciliji. Kod nas su ga kopali jedno vrijeme kod Radoboja.

Mnogo je prirodnih spojeva u kojima je sumpor njihov bitni sastavni dio. Najvažniji su sulfidi i sulfati. Sumpora sadrže i neke organske supstancije od kojih su izgrađena životinjska i biljna tijela.

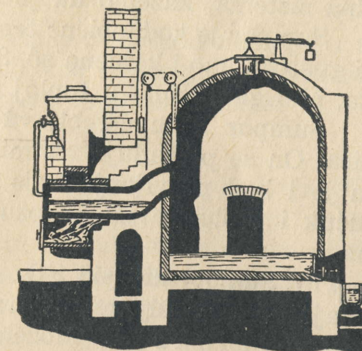
Griješ li sumpor u kušalici (koso nagnutoj), opazićeš da se tali. Daljnjim zagrijavanjem on postane gust, a najposlije uzavri kod 448° C i pretvara se u pare. Sumporne pare obrate se na hladnim mjestima kušalice u sitan žut prah, sumporni cvijet. Velimo da se sumpor sublimuje.

Prirodni sumpor, koji je onečišćen mineralnim primjesama, odijeli se od njih istaljivanjem i tako se dobije sirovi sumpor (sl. 37).

Taj se mora dalje čistiti destilacijom u željeznim retortama. Sumporne pare uvode se u velike zidane komore, u kojima se pare s početka sublimuju, a kasnije se, kada se komore zagriju, pare zgušćuju u tekući sumpor koji se izlijeva u šipkaste kalupe (sl. 38).



Sl. 37. Istaljivanje onečišćena sumpora. Potrebna toplina dobiva se sagorijevanjem jednoga dijela nečista sumpora.



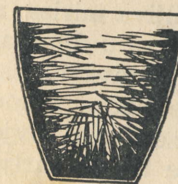
Sl. 38. Prečišćavanje istaljenog sumpora. Sumporne pare što dolaze iz retorte kondenzuju se i djelomično sublimuju u zidanoj komori.

Sumpor se može vaditi i iz pirita, ako se taj zagrijava bez pristupa uzduha. Pirit je dosta obična ruda u kojoj je 1 atom željeza spojen sa 2 atoma sumpora, FeS_2.

Od rastaljenog sumpora, kada se izlije u hladnu vodu, nastane žilava elastična masa, plastični sumpor (sl. 39).



Sl. 39. Plastični sumpor.



Sl. 40. Monoklinski kristalni sumpor.



Sl. 41. Rompski kristalni sumpor.

Zagrijavanjem rastaljeni sumpor u porculanskom lončiću ostavimo da se ščvrsne samo na površini. Tada probijemo koru i izlijemo tekući dio sumpora. U lončiću zaostanu sjajne iglice sumpora kristalizovana u monoklinskom sistemu (sl. 40).

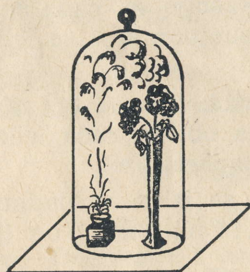
U prirodi dolazi sumpor kristalizovan u oblicima rompskog sistema (sl. 41). Kako se sumpor kristalizuje u dva kristalna sistema, kažemo da je on d i m o r f a n mineral.

Sumpor je kod obične temperature žute boje, a ima tvrdoću i gustoću kao i kamena sô. Sumpor je veoma krhak. On pucketa, ako ga držimo u toploj ruci.

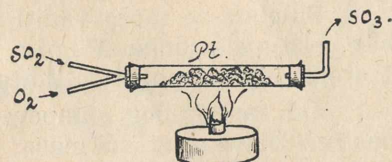
Sumpor se upotrebljava za pravljenje crnoga baruta i žigica. On se prerađuje na mnoge sumporne spojeve, a potreban je i kod pravljenja boje ultramarina. Njime vulkanizuju kaučuk i posiplju vinovu lozu da je odbrane od plijesni oidiuma.

b) **Sumpor-dioksid SO_2**. Izgaranjem sumpora na uzduhu postaje plin zagušljiva mirisa: $S + O_2 = SO_2$. Taj se plin zove s u m p o r - d i o k s i d. Možemo ga dobiti također žarenjem pirita uz pristup uzduha.

Ako prekrijemo crveni cvijet ruže ili jorgovana zvonom, pod kojim zapalimo komadić sumpora, to će ti cvjetovi pobijeliti (sl. 42). Goruća se svijeća ugasi, ako je metnemo pod takvo zvono.



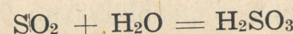
Sl. 42. U parama SO_2, što nastaju izgaranjem sumpora, izblijede mnoge biljne boje.



Sl. 43. Provođenjem struje kisika i sumpor-dioksida preko ugrijanog platiniranog azbesta nastaje sumpor-trioksid.

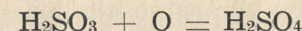
Sumpor-dioksid je plin zagušljiva mirisa, ne gori, a ni ne podržava gorenja. Njime se gasi vatra u dimnjacima, izbjeljuju slama, vuna, svila i spužve. On uništava plijesni i djeluje desinfekciono, te se njime sumpore bačve i konzervuje hmelj. Udisanje sumpor-dioksida škodi zdravlju čovjeka. Njime se izbjeljuje također sok šećerne repe i vade mrlje od voća. Mnogo se sumpor-dioksida potroši za fabrikaciju sumporne kiseline. Sumpor-dioksid dolazi i u tekućem stanju, pa se upotrebljava za dobivanje vještačkog leda.

Modra lakmusova boja pocrvenjeće, ako je nalijemo u bocu u kojoj je sagorio komadić sumpora. Sumpor-dioksid stvara s vodom s u m p o r a s t u k i s e l i n u, H_2SO_3.



$$SO_2 + H_2O = H_2SO_3$$

Sumporasta kiselina prima kisik iz uzduha i polagano se s njim spaja u sumpornu kiselinu:



$$H_2SO_3 + O = H_2SO_4$$

c) **Sumpor-trioksid, SO_3**. Sumpor-trioksid nastaje u malim količinama uz sumpor-dioksid kod sagorijevanja sumpora. Naveliko se dobiva SO_3 oksidacijom sumpor-dioksida:



$$SO_2 + O = SO_3$$

Taj se proces fabrički izvodi, ako smjesu suhoga SO_2 i uzduha vodimo preko užarenog (450°) platinovanoga azbesta (sl. 43). Sitna platina, rasprostrta na azbestu, ubrzava oksidaciju sumpor-dioksida, a sama ostaje nepromijenjena.

P o j a m k a t a l i z a t o r a. Smjesa vodika i kisika (praskavi plin) ne spaja se kod obične temperature. Zaroniš li u tu smjesu nešto spužvaste platine, spoji se vodik s kisikom uz prasak. Spužvasta platina nije se promijenila.

Takove materije, kao što je spužvasta platina, što unapređuju i ubrzavaju hemijske promjene, a da se kod toga same ne mijenjaju, nazivamo k a t a l i z a t o r i.

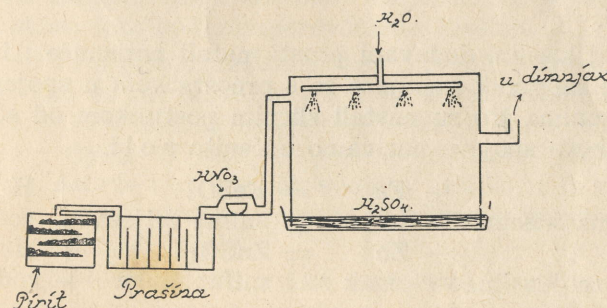
Sumpor-trioksid je higroskopna čvrsta supstancija koja željno upija vlagu. S vodom se naglo spaja u sumpornu kiselinu.

d) **Sumporna kiselina H_2SO_4**. Sumporna se kiselina dobiva iz sumpor-trioksida i vode:



$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$$

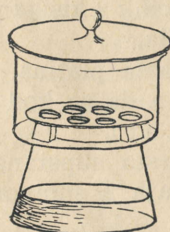
Oksidacija sumpor-dioksida na sumpor-trioksid provodi se fabrički ne samo s pomoću platine (kontaktni postupak), nego i s pomoću oksida azotne kiseline. To je postupak dobivanja sumporne kiseline u olovnim komorama (sl. 44).



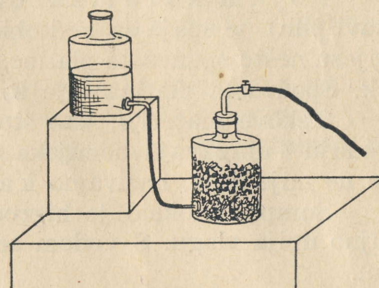
Sl. 44. Dobivanje sumporne kiseline u olovnim komorama. Žarenjem pirita uz pristup uzduha dobiva se SO_2 koji se prelazeći preko azotne kiseline obogati kisikom i prelazi u SO_3. Sumpor-trioksid veže vodu u olovnim komorama i prelazi u sumpornu kiselinu. Uz komoru s jedne i s druge strane nadovezuju se još i tornjevi koji na slici nijesu označeni.

Čista je sumporna kiselina uljasta bezbojna tekućina koja ima specifičnu težinu 1,84, a ključa kod 338° C. Dodajemo li oprezno, kap po kap, sumporne kiseline vodi, ta se smjesa jako ugrije. Sumporna se kiselina ne smije razrjeđivati ulijevanjem vode u kiselinu. Treščica ili šećer, zamočeni u koncentrovanu sumpornu kiselinu, pouglje, jer im ona, kao i mnogim drugim organskim supstancijama, oduzima vodik i kisik u obliku vode, a ugljik zaostane.

Sumporna je kiselina veoma higroskopna, pa zato oduzima vlagu plinovima, ako ih kroz nju provodimo. Čvrste se supstancije osuše brzo, ako ih držimo u zatvorenoj posudi (eksikatoru) nad sumpornom kiselinom (sl. 45).



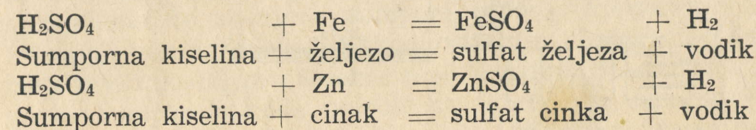
Sl. 45. Eksikator, sprava za sušenje supstancija. U donjem dijelu posude je sumporna kiselina, a iznad nje na porculanski stalak metnemo materiju koju želimo osušiti.



Sl. 46. Aparat za dobivanje sumpor-vodika. Iz više položene boce pridolazi razblažena kiselina do željeznog sulfida u donjoj posudi.

Sumporna kiselina rastvara veće količine SO_3. Tako se dobije **d i m l j i v a s u m p o r n a k i s e l i n a** koja se na uzduhu puši.

Sônoj kiselini dodavani prosti metali potisnuće i iz sumporne kiseline vodik i spajaće se s preostatkom u spojeve koji su srodni onima što su nastali sličnim postupkom od sône kiseline. Takove spojeve nazivamo općenito s o l i.



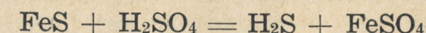
H_2SO_4	+	Fe	=	$FeSO_4$	+	H_2
Sumporna kiselina	+	željezo	=	sulfat željeza	+	vodik
H_2SO_4	+	Zn	=	$ZnSO_4$	+	H_2
Sumporna kiselina	+	cinak	=	sulfat cinka	+	vodik

Soli sumporne kiseline zovu se s u l f a t i. Njih ima u prirodi gotovih kao minerala.

Sumporna kiselina je teško isparljiva, te se s pomoću nje mogu dobiti sve ostale kiseline, ako se njihovim solima dokapljuje sumporna kiselina.

Sumporna se kiselina upotrebljava za dobivanje vještačkih gnojiva i za čišćenje svih destilata sirova petroleuma. Njome se pune akumulatori i galvanski članci.

e) **Sumpor-vodik, H_2S.** Prelijemo li sintezom dobiveni željezni sulfid razblaženom sumpornom kiselinom (sl. 46), razvija se plin koji neugodno zaudara:



$$FeS + H_2SO_4 = H_2S + FeSO_4$$

Sumpor-vodik zapaljen izgara na H_2O i SO_2.

U prirodi ga ima u vulkanskim plinovima i u sumpornim vrelima. Postaje kada trunu takove organske supstancije u kojima ima sumpora. Neugodan miris gnjilih jaja dolazi od sumpor-vodika. Udisanje sumpor-vodika djeluje na organizam otrovno.

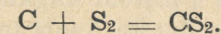
Ako uvodimo sumpor-vodik u rastvor modre galice, nastaće crn talog. Iz rastvora te soli taloži se sa H_2S bakreni sulfid, CuS. I neke druge metale može istaložiti sumpor-vodik u obliku sulfida iz rastvora njihovih soli. Zato ga upotrebljavamo u analitičkoj hemiji za raspoznavanje i odjeljivanje pojedinih metala, kada dolaze vezani u obliku soli zajedno u nekom rastvoru.

Od sumpor-vodika potamni olovno bjelilo i srebrni novac, jer se olovo i srebro spajaju sa sumporom i daju crne sulfide. Sulfidi se mogu dobiti na dva načina, i to: neposrednim spajanjem sumpora i metala ili taloženjem s pomoću sumpor-vodika iz rastvora njihovih soli.

Uvodimo li sumpor-vodik u vodu, ona ga upija i po njemu zaudara. Taj se rastvor zove **s u m p o r o v o d i č n a v o d a**. Modar lakmusov papir pocrveni umočen u sumporovodičnu vodu. Sumpor-vodik se vlada kao kiselina, pa se sulfidi mogu smatrati kao soli sumporovodične kiseline.

Sulfidi su u prirodi raširene rude iz kojih dobivamo mnoge metale, kao na pr. olovo, cinak, živu, nikal, kobalt i bakar. Bjelančevine, koje sadrže sumpora, dolaze često u biljnom i životinjskom tijelu. U vodi rastvorene sastojine, koje biljka prima iz tla, sadrže i sumpornih spojeva ($CaSO_4$). Iz njih uzima biljka za sebe potreban sumpor. S biljnom hranom dolazi sumpor u životinjsko tijelo.

f) **Ugljik-bisulfid, CS_2.** Ako sumporne pare prevodimo preko užarena uglja, spajaju se oba elementa u ugljik-bisulfid:



$$C + S_2 = CS_2.$$

Pare ugljik-bisulfida hlade se i uskoro se zgusnu u tekućinu koja ključa već kod 46° C. Ugljik-bisulfid brzo se isparava i lako se zapali, a miriše neugodno po gnjiloj rotkvi. Nje-

gove su pare otrovne. On rastvara dobro masti, ulja, sumpor, fosfor i kaučuk. Njime uništavaju ušence i kućnu gamad.

Vježbe: 1) Kako ćeš brzo očistiti prste, ako su ti zaprljani sokom duda (murve). 2) Znaš li zašto vinogradari posiplju zelene dijelove trsa prahom od sumpora. 3) Zašto vinogradar pali sumpor u bačvama koje će napuniti vinom. 4) Napiši hemijsku jednadžbu koja prikazuje sagorijevanje sumpor-vodika.

Zakon o višekratnim uteznim razmjerima

U željeznom sulfidu, FeS, dobivenu sintezom sumpora i željeza, združeno je željezo sa sumporom po omjeru težina 7 : 4 (56 : 32), a u piritu po omjeru 7 : 8 (56 : 2×32). Isti elementi spajaju se dakle ne samo po jednostavnim omjerima spojnih težina, nego i po cjelobrojnim mnogokratnicima spojnih težina. To je, kako vidimo, zbog toga što se s istim atomom jednog elementa može povezati 1 atom ili više cijelih atoma drugog elementa. Željezni je sulfid FeS hemijski spoj drugojačijih svojstava nego pirit ili željezni bisulfid, FeS_2.

Vježba: 1) U kojem omjeru dolaze vezani sumpor i kisik u oksidima SO_2 i SO_3? U kojim su omjerima vezani vodik i kisik u vodi i u vodik-superoksidu?

+ O mineralima

a) **Što su minerali ili rude?** Sumpor i zlato nalaze se gotovi u prirodi i sastoje od po jednog elementa. Kuhinjska so (NaCl) i kremen (SiO_2) građeni su od po dva elementa, vapnenac ($CaCO_3$) od tri, a ima minerala koji sastoje od još većeg broja elemenata. Među takove ide turmalin koji je građen čak od 13 različnih elemenata.

Minerali ili rude nalaze se u prirodi već gotovi, a po svom sastavu su elementi ili hemijski spojevi. Oni izgrađuju i kamenje od kojega je kora zemaljska.

Smrvimo li komadić kuhinjske soli, vapnenca ili bilo kojeg drugog minerala, to su svi najsitniji djelići međusobno jednaki po svojim fizičkim svojstvima i hemijskom sastavu. Pojedini minerali su prema tome izgrađeni od istovrsnih čestica, pa kažemo da su u svojoj unutarnjosti jednolični ili homogeni.

Minerali su nastali u prirodi slaganjem istovrsnih čestica. Oni su najvećim dijelom čvrsta anorganska tijela, a ima ih i tekućih. Postali su iz magme koja je prvobitno bila plinovita, a potom tekuća. Temperatura magme bila je visoka, pa kad je nastupilo njezino ohlađivanje, počele su se u magmi kristalizovati različne rude. U rastaljenoj su se magmi sitne čestice nalazile u neprestanom gibanju i komešanju. Sniženjem temperature i porastom koncentracije njihovih rastvora počele su se čestice međusobno približavati i vezati u pravilne redove. Tako su nastali kristali koji se odlikuju unutarnjom simetrijom i pravilnim vanjskim oblikom. Slaganje čestica kod kristalizacije ne teče u svim smjerovima jednakom brzinom, pa zbog toga dobivaju kristali različan oblik.

Minerali su često izgrađeni od bezbroja malih nepotpuno razvijenih kristalića koji su različito složeni: zrnato, listićavo, gusto, vlaknasto itd.

Kada u svojoj izgradnji kristali ne nalaze zapreke ni na jednoj strani, onda se oni razviju potpuno i pravilno, pa se zovu slobodni kristali. Ovakovih se kristala rijetko nalazi u prirodi. Najčešće rastu kristali oslonjeni s jedne strane na čvrstu podlogu, te se zovu prirasli kristali.

Ima minerala koji u prirodi ne dolaze u obliku kristala. U takovim mineralima pojedine čestice nijesu poređane u pravilne redove, te ih nazivamo bezliki ili amorfni na pr. opal.

O poređaju čestica u rudi ili mineralu zavisni su ne samo oblik, nego i mnoga fizička i hemijska svojstva rude. Amorfni minerali, koji su nastali nagomilavanjem čestica bez ikakova reda, propuštaju toplinu, svjetlost i elektricitet u svim smjerovima jednakom brzinom.

+b) **Fizička svojstva minerala.** Minerali se ne razlikuju samo po hemijskom sastavu, nego i po nekim fizičkim svojstvima.

Specifična težina nekog minerala je težina jednog kubnog centimetra njegove mase, izražena u gramima. Jedan cm^3 vode kod 4^0 C važe 1 gram, a isto toliki obujam vapnenca težak je 2,72 grama, platine 21,5 grama, petroleuma 0,8—0,9 g. Specifična težina jednog minerala s različnih nalazišta je uvijek ista, te se može mineral po njoj raspoznati.

Lom i kalavost minerala. Ako mineral savijemo ili udaramo čekićem, popusti kohezija, i mineral se raspadne u sitnije komadiće. Ako se mineral raspadne na pravilne komade, koji su omeđeni ravnim plohama, kažemo da se on kala (kristali sadre i kalcita). Za minerale, koji se razbiju udarcem na nepravilne komade, kažemo da se lome.

Tvrdoća minerala. Tvrdoća je svojstvo minerala po kome se oni manje ili više opiru kada ih zaparamo tvrdim predmetom. Mineralog Mos (Mohs) svrstao je 10 ruda različne tvrdoće redom u ljestvicu tako da je najmekšu metnuo na prvo mjesto, a najtvrđu na posljednje. Članovi su te »ljestvice tvrdoće«: 1) milovka, 2) kamena sô, 3) vapnenac, 4)

fluorit, 5) apatit, 6) glinenac (feldšpat), 7) kremen, 8) topaz, 9) korund, 10) dijamant.

Pojedini mineral te ljestvice para sve rude koje su pred njim. Stepeni tvrdoće pokazuju samo da je koji mineral tvrđi od drugoga, ali ne i koliko puta. Kremen, n. pr., nije tvrđi od milovke sedam puta. On je došao na sedmo mjesto zato, što se pred njim u ljestvici nalazi šest minerala sa sve manjom tvrdoćom.

Minerali pokazuju na svojoj površini različitu sjajnost. Azbest ima svilenastu sjajnost, tinjac sedefastu, sumpor je mastan, kremen staklen, a neki se sulfidi odlikuju metalnom sjajnosti.

Ako mineral paramo tvrdim predmetom, zaostaće na predmetu njegov prašak. Boja toga praška zove se crt ili ogreb minerala.

Ima minerala koji u tami svijetle. Ako puštamo da u tami padnu na fluorit sunčane zrake, zasvijetliće taj mineral krasnim modrim svijetlom. Ima i drugih materija koje tako svijetle. Ovu pojavu svijetljenja zovemo po fluoritu fluorescencija.

Raspadanjem minerala nastaje zemlja oranica u kojoj se biljke ukorenjuju i nalaze hranu za svoj rast. U vodi se rastvoreni minerali, pošto ih biljke dobiju korijenjem iz zemlje, prerade i upotrebe za izgradnju njihovih organa. I životinje se hrane biljem, te tako mineralne sastojine dolaze u njihovo tijelo i imaju važnu ulogu u izgradnji i rastu njihova organizma. Sagori li biljka, zaostanu mineralne sastojine kao pepeo.

Iz minerala se dobiva željezo, olovo, bakar i drugi metali, a od nekih se opet priređuju staklo, porculan, opeke itd.

Zadatak je mineralogije (mineral = ruda, logos + nauka) da nas pouči o svojstvima minerala, o njihovu hemijskom sastavu i postajanju i nestajanju njihovu.

D) Metaloidi azotne grupe

1. Azot, N = 14,01

Azota (dušika) ima slobodna u uzduhu i vezana u mnogim spojevima. Iz uzduha izlučili smo azot time što smo vezali kisik sagorijevanjem fosfora pod zatvorenim zvonom. Kao što fosfor oksidacijom veže kisik iz uzduha, to čine i neki drugi elementi. Provodimo li struju uzduha kroz cijev, u kojoj žarimo bakrenu strugotinu, bakar će se spajati s kisikom, a azot će sam izlaziti na drugom kraju cijevi.

Za tehničke svrhe dobiva se azot destilacijom iz tekućeg uzduha.

Čist azot je plin bez boje, bez mirisa i ukusa. Lakši je od uzduha. Ne gori, a ne podržava ni gorenja ni disanja.

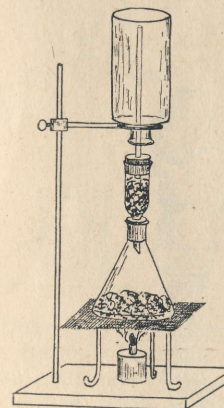
a) **Amonijak, NH_3.** U stajama i na mjestima, gdje trunu organske materije u kojima ima azota, razvija se plin oštra mirisa koji tjera suze na oči. Taj plin nazivamo amonijak. Jedna molekula amonijaka građena je od 1 atoma azota i 3 atoma vodika: NH_3.

Tareš li u zdjelici (tarionici) smjesu salmijaka i gašena vapna, razviju se pare amonijaka koje poznaješ po izrazitu jetku mirisu. U novije vrijeme dobiva se amonijak spajanjem elemenata azota i vodika uz velik pritisak i visoku temperaturu:

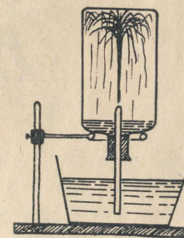


$$N_2 + 3H_2 = 2NH_3$$

Prema jednadžbi združuje se jedan obujam azota sa tri obujma vodika i nastaju dva obujma amonijaka. Brzina reakcije pospješuje se katalizatorima.



Sl. 47. Sušenje amonijaka. Iz smjese salmijaka i gašena vapna dobiveni se amonijak suši preko živoga vapna i hvata u u preokrenutoj posudi.



Sl. 48. Voda navaljuje u bocu s amonijakom, jer se taj u vodi naglo rastvara.

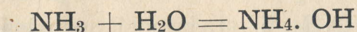
Amonijak je plin bez boje, a oštra mirisa, te tjera suze na oči. Lakši je od uzduha.

Amonijakom, koji smo osušili provođenjem preko živoga vapna, napunimo bocu, začepljenu čepom kroz koji prolazi staklena cjevčica (sl. 47).

Pokrenemo li bocu i zaronimo li cjevčicu u vodu, koja je obojena crvenim lakmusovim rastvorom, voda navaljuje naglo kroz cijev u bocu i oboji se modro (sl. 48).

Voda željno upija i rastvara amonijak (1 litra ledene vode upije oko 1100 litara amonijaka). To je amonijačna vo-

d a. Voda se kod toga i spaja s amonijakom u a m o n i j u m- h i d r o k s i d.



$$NH_3 + H_2O = NH_4 . OH$$

Grijanjem možemo istjerati amonijak iz amonijačne vode.

Na stakalce od ure ulij nešto etra i dovodi stalno struju uzduha preko njegove površine puhanjem kroz staklenu cijev. Etar se tada brzo isparuje, a na donjoj strani kondenzuje se i smrzne vodena para iz uzduha.

Velikim pritiskom ili hlađenjem amonijak se zgusne kao i drugi plinovi u tekućinu. Kod isparavanja troši tekući amonijak također mnogo topline, koju uzima svojoj okolini. Ako posudu, u kojoj se vrši isparavanje amonijaka, stavimo u vodu, voda će se ohladiti i smrznuti. Ovo se iskorišćuje za priređivanje vještačkog leda.

Amonijak se upotrebljava za čišćenje odijela, u industriji boja i za dobivanje sode i leda.



Sl. 49. U jednoj je čaši amonijačna voda, au drugoj hlorovodična kiselina. Od hlorovodika i amonijaka nastaje bijela magla salmijaka.

+b) **Salmijak (nišador), NH_4Cl.** Nalazi se u prirodi u vulkanskim plinovima. Ako zamočiš staklen štapić u sônu kiselinu, pa ga zatim uneseš u pare amonijaka, oko štapića izvijaju se bijele pare amonijum-hlorida ili salmijaka. Metneš li čašu, u kojoj se nalazi sôna kiselina, uz drugu sa vodenim rastvorom amonijaka, opet se stvara bijela magla (sl. 49). Spajanje se vrši prema slijedećoj jednadžbi:



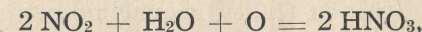
$$NH_3 + HCl = NH_4Cl$$

Naveliko se proizvodi salmijak uvođenjem amonijaka u hlorovodičnu kiselinu.

Salmijak je vlaknasta sastava, a dolazi i kao prah koji se u vodi lako rastvara uz znatno sniženje temperature. On se

upotrebljava kod pripajanja metalnih dijelova (lemljenja) i kalajisanja posuđa, jer u žari ukloni s površine njihove okside time što ih pretvori u hlapive hloride. Takve čiste površine metala su uslov da se one mogu dobro priljubiti i čvrsto pripojiti.

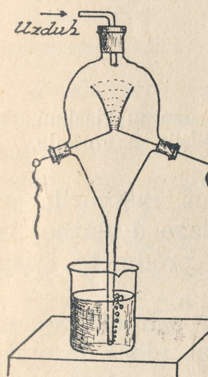
+c) **Azotna kiselina HNO_3.** Preskoči li električna iskra kroz uzduh, nastaće nešto azotnog oksida NO_2 koji s vodom i s kisikom iz uzduha prelazi u azotnu kiselinu:



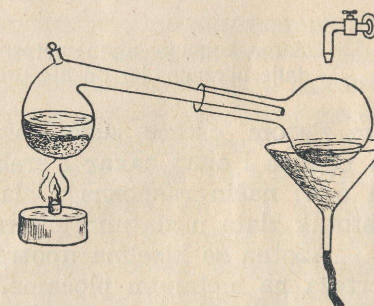
$$2\,NO_2 + H_2O + O = 2\,HNO_3,$$

to jest: 2 molekule azotnog oksida + 1 molekula vode + 1 atom kisika daju 2 molekule azotne kiseline.

S time se u vezi može proizvoditi naveliko azotna kiselina provođenjem struje uzduha kroz električni plameni luk (sl. 50). U visokoj temperaturi ovoga luka nastaje najprije oksid,



Sl. 50. Dobivanje azotne kiseline sagorijevanjem azota u električnom plamenom luku. Na gornju cjevčicu ulazi uzduh i prolazi kroz plameni luk. Nastaje azotni oksid, a taj s vodom u čaši daje azotnu kiselinu.



Sl. 51. Dobivanje azotne kiseline iz čilske salitre s pomoću sumporne kiseline. Smjesa se grije u posudi (retorti). Dobivene pare uvode se u bocu i ohlađuju pod pipcem vodovoda.

a taj uveden u vodu stvara azotnu kiselinu. Azotna se kiselina dobiva naveliko također djelovanjem sumporne kiseline na čilsku salitru (sl. 51).

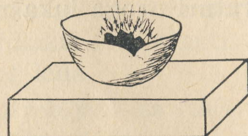
Azotna je kiselina bezbojna tekućina, zagušljiva mirisa, a puši se na vlažnu uzduhu. Ključa kod 86° C, i kod toga se već djelomično raspada. Ona se raspada također utjecanjem sunčane svjetlosti. Kod raspadanja otpušta kisik, te je zato jako sredstvo za oksidaciju.

Najvažnija upotreba azotne kiseline osnovana je na lakom otpuštanju kisika, pa zato ona i mnogi njeni spojevi služe kod hemijskih procesa kao oksidaciona sredstva. Od nje požute nokti, koža, vuna i perje.

Azotna kiselina, u kojoj ima upijena NO_2, zove se crvena (dimljiva) azotna kiselina. Njeno je oksidaciono djelovanje tako jako da zaronjeni komadić užarena uglja u njoj dalje izgara (sl. 52).

Razvodnjena azotna kiselina rastvara srebro i ostale metale, osim zlata i platine, te se upotrebljava za odlučivanje zlata iz njegovih legura.

Po kamenu kušaču (liditu) povucimo crtu bakrenim, srebrnim i zlatnim predmetom i zlatnom legurom, pa sve crte prelijmo azotnom kiselinom. Trag bakrene i srebrne crte izgubiće se, trag legure postaće nejasniji, a crta, povučena čistim zlatom, ostaće jasna. Azotna kiselina rastvorila je kod tih pokusa i onaj bakar i srebro koji dolaze u zlatnoj leguri. Na ovaj način raspoznaju zlatari zlatne predmete i ispituju postotak zlata u zlatnim legurama.



Sl. 52. Užaren komadić uglja metnemo u dimljivu azotnu kiselinu. On gori dalje ubrzano, jer od nje prima potrebni kisik za gorenje.

Azotna se kiselina upotrebljava i za priređivanje napisa i crteža na metalnim pločama. Bakrena se ploča prevuče voskom, te se iglom po njoj riše i piše. Zatim se ploča prelije azotnom kiselinom koja izjeda crtežom otkrivena mjesta na ploči. Kada se sav vosak otstrani s ploče, ostaje crtež udubljen.

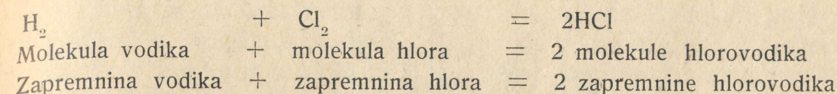
Rastvaranjem metala u azotnoj kiselini nastaju soli koje se zovu nitrati. Vrlo je važan natrijum-nitrat koji se nalazi u velikoj količini u naslagama pod imenom čilske salitre. Ta je salitra sô azotne kiseline, a upotrebljava se kao vještačko gnojivo.

Biljke primaju iz zemlje nitrate, te od njih izgrađuju različite azotne organske spojeve, osobito bjelančevine koje se nakupe najviše u sjemenu.

Zakon o spajanju plinova po određenim omjerima obujma

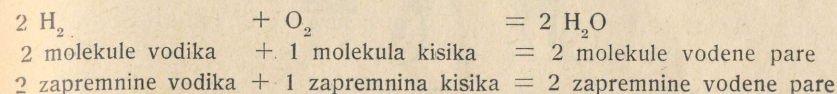
Ispitivanjem se našlo da se plinoviti elementi spajaju tačno po jednostavnim omjerima obujma:

Vodik i hlor spajaju se u hlorovodik po obujmu tačno u omjeru 1 : 1, to jest jedna litra vodika spaja se s jednom litrom hlora, te se dobiju dvije litre njihova spoja (hlorovodika).



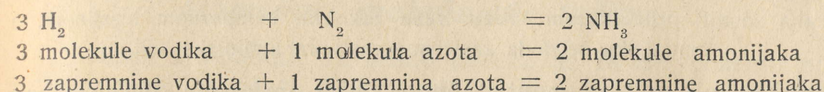
H_2	+ Cl_2	=	2HCl
Molekula vodika	+ molekula hlora	=	2 molekule hlorovodika
Zapremnina vodika	+ zapremnina hlora	=	2 zapremnine hlorovodika

Vodik i kisik spajaju se u vodu po obujmu tačno u omjeru 2 : 1, to jest dvije litre vodika i jedna litra kisika spajaju se i daju dvije litre vodene pare.



2 H_2	+ O_2	=	2 H_2O
2 molekule vodika	+ 1 molekula kisika	=	2 molekule vodene pare
2 zapremnine vodika	+ 1 zapremnina kisika	=	2 zapremnine vodene pare

Vodik i azot spajaju se u amonijak po obujmu tačno u omjeru 3 : 1, to jest tri litre vodika i jedna litra azota spajaju se i daju dvije litre amonijaka.

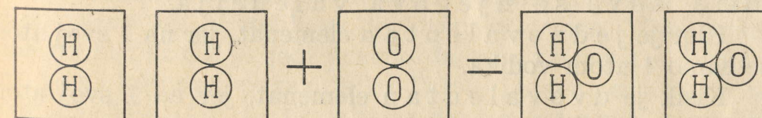


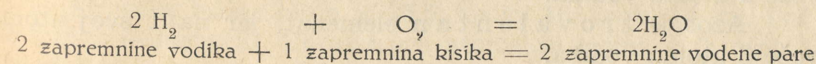
3 H_2	+ N_2	=	2 NH_3
3 molekule vodika	+ 1 molekula azota	=	2 molekule amonijaka
3 zapremnine vodika	+ 1 zapremnina azota	=	2 zapremnine amonijaka

Dakle dvije zapremnine vodika i jedna zapremnina kisika stegnu se nakon spajanja na dvije zapremnine vodene pare, a tri zapremnine vodika i jedna zapremnina azota daju nakon spajanja također samo dvije zapremnine amonijaka. Broj molekula nakon spajanja smanjuje se baš u istom omjeru.

Ovo je saglasno sa Avogadrovim zakonom koji kaže da jednake zapremnine različnih plinova sadrže jednak broj molekula. Prema tome vrijedi pravilo da će se zapremnina plinske smjese stegnuti, ako se zbog spajanja broj molekula u novo nastalom spoju smanji. To se uvijek jasno razabira iz hemijskih jednadžbi koje prikazuju procese spajanja.

Spajanje vodika i kisika i smanjenje zapremnine njihova spoja prikazaćemo zorno (grafički) ovako:

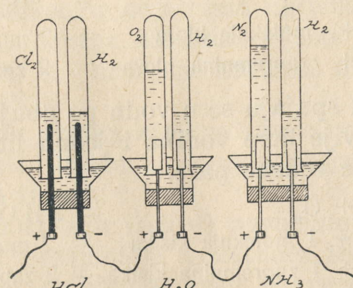




2 H_2	+ O_2	=	$2H_2O$
2 zapremnine vodika	+ 1 zapremnina kisika	=	2 zapremnine vodene pare

Vježbe: 1) Koliki je ukupni broj molekula na lijevoj strani u gornjim jednadžbama? 2) Koliko je nastalo molekula spoja? 3) Za koliko je manja zapremnina amonijaka od zapremnine smjese vodika i azota iz kojih je on spajanjem nastao?

Sintezom dobivene spojeve: hlorovodik, vodu i amonijak možemo električnom strujom natrag razložiti na prvotne elemente iz kojih su ti spojevi nastali. Elektrolizom izluče se iz



Sl. 53. Elektroliza hlorovodika, vode i amonijaka. Električna struja razloži hlorovodik na hlor i vodik koji se izlučuju u jednakim obujmima. Iz vode se dobije kisik i vodik u omjeru 1 : 2. Elektrolizom amonijaka nastaje azot i vodik u omjeru 1 : 3. Hlorovodičnu kiselinu koja se podvrgava elektrolizi valja zasititi prije hlorom; vodu treba zakiseliti sumpornom kiselinom, a amonijaku se doda zasićenog rastvora kuhinjske soli.

spojeva plinoviti elementi tačno u onim omjerima obujma, kao što su se i sjedinjavali u hemijske spojeve (sl. 53).

Valencija

Jedan obujam vodika spaja se s jednim obujmom hlora u hlorovodik HCl. U molekuli hlorovodika vezan je 1 atom hlora sa jednim atomom vodika.

Dva obujma vodika spajaju se s jednim obujmom kisika u vodu H_2O. U molekuli vode vezan je 1 atom kisika sa dva atoma vodika.

Tri obujma vodika spajaju se s jednim obujmom azota u amonijak NH_3. U molekuli amonijaka vezan je 1 atom azota sa tri atoma vodika.

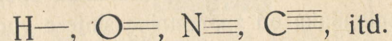
Sposobnost nekog elementa da na jedan svoj atom veže više ili manje vodikovih atoma zove se njegova valencija.

Hlor je jednovalentan elemenat, jer na 1 svoj atom veže samo 1 atom vodika.

Kisik je dvovalentan elemenat, jer na 1 svoj atom veže 2 atoma vodika.

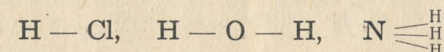
Azot je trovalentan elemenat, jer na 1 svoj atom veže 3 atoma vodika.

Valenciju pojedinih elemenata kod pisanja simbola i formula označujemo potezima:



Valencija mnogih elemenata nije stalna. Iz formula proučenih spojeva H_2S, SO_2 i SO_3 razabiramo da sumpor može biti dvovalentan, četverovalentan i šesterovalentan, a azot je u spojevima NH_3 i NH_4Cl trovalentan i peterovalentan.

Često je od vrlo velike važnosti da se zna kako su pojedini atomi u molekuli povezani. To predočavamo strukturnim formulama u kojima je ujedno jasno istaknuta i valencija pojedinih atoma. Strukturne formule hlorovodika, vode i amonijaka pišemo ovako:



Vježbe: 1) Koliku valenciju može imati sumpor? 2) Napiši strukturne formule sumpor-vodika, sumpor-dioksida i sumpor-trioksida. 3) Koliku valenciju ima azot? 4) Napiši strukturne formule amonijaka, salmijaka i azotne kiseline. Kod pisanja hemijskih formula valja misliti na valenciju pojedinih atoma da bi ih ispravno prikazali povezane u molekuli.

Atomske i molekulske težine

Atomi i molekuli su toliko maleni da ih ne možemo ni mikroskopom zapažati. Zbog presićušnosti atoma i molekula nije im moguće direktnim vaganjem ustanoviti apsolutnu težinu.

Poznato nam je da se jednaki volumeni vodika i hlora spajaju u hlorovodik tako da molekula hlodovodika sadrži po 1 atom vodika i 1 atom hlora. Omjerne su težine jednakih zapremnina vodika i hlora 1 : 35,5, a kako po Avogadrovu zakonu u jednakim zapremninama svih plinova ima jednak broj molekula i atoma, to znači da se težine i pojedinih atoma vodika i hlora odnose kao 1 : 35,5. Prema tome u hemiji govorimo samo o relativnim atomskim i molekulskim težinama.

Jedan atom hlora teži toliko koliko 35,5 atoma vodika. Hemicima je uspjelo da zgodnim postupkom usporede težine svih atoma s težinom vodikova atoma. Kod tog posla bila je uzeta prije težina vodikova atoma kao jedinica. Današnje atomske težine elemenata svedene su na kisik koji ima atomsku težinu tačno 16, a vodikova je atomska težina 1,008. Prema tome približno vrijedi pravilo da su atomske težine brojevi koji nam pokazuju koliko je puta atom nekog elementa teži od jednog atoma vodika.

Atomska težina hlora je 35,5, kisika 16, azota 14 itd. (vidi tablice elemenata). Zbrajanjem atomskih težina svih atoma što dolaze u nekoj molekuli dobijemo molekulsku težinu. Molekulske težine su također relativni brojevi koji pokazuju koliko je puta molekula nekog elementa ili spoja teža od jednog atoma vodika.

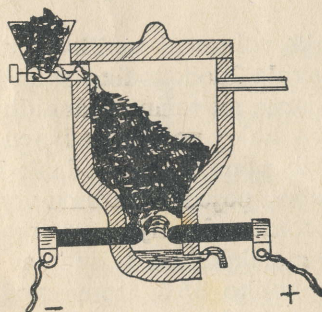
Vježbe: 1) Kolika je molekulska težina kisika? Odgovor: Atomska težina kisika je 16, a molekula kisika sadrži 2 atoma, onda je molekulska težina kisika $2 \times 16 = 32$. 2) Kolika je molekulska težina amonijaka? Od-

govor: Molekulsku težinu amonijaka, NH_3, dobijemo zbrajanjem atomskih težina N = 14 i 3H = 3. Molekulska težina amonijaka iznosi dakle 17. U 17 grama amonijaka ima 14 grama azota i 3 grama vodika. 3) Koliko dobiješ po težini vodika, a koliko kisika elektrolizom vode? Odgovor: Molekulska težina vode, H_2O, je 2 + 16 = 18. Na 18, dakle, uteznih dijelova vode dolaze 2 utezna dijela vodika, a 16 kisika.

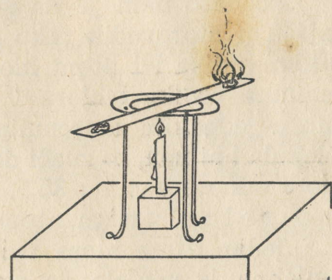
2. Fosfor, P = 31,04

a) **Dobivanje i svojstva fosfora.** Fosfora nema u prirodi u elementarnu stanju, jer on ima velik afinitet prema drugim elementima. Najvažniji je njegov spoj k a l c i j u m-f o s f a t koji se nalazi u apatitu i fosforitima. Te su rude građene od kalcijuma, fosfora i kisika.

Apatit se kristalizuje u heksagonskim prizmama. Fosfor se može dobiti iz kalcijum-fosfata, ako se taj žari u smjesi s pijeskom i ugljem (sl. 54). Oslobođeni fosfor se kod toga



Sl. 54. Dobivanje fosfora. Ozgo se sipa smrvljena fosforna ruda izmiješana sa prahom uglja i kremenim pijeskom. Električni plameni luk daje toplinu, potrebnu za izlučivanje fosfora. Na gornju cijev izlaze fosforne pare u hladilo, a na donju otpušta se troska.



Sl. 55. Laka zapaljivost bijelog fosfora. Tanka metalna pločica nosi na jednom kraju grudicu bijelog, a na drugom crvenog fosfora, te se zagrijava plamenom u sredini. Bijeli se fosfor uskoro zapali, a crveni istom onda ako ga zagrijavamo neposredno plamenom svijeće.

destiluje, i njegove se pare uvode pod vodu, gdje se zgusnu. Fosfor se nakon toga još čisti destilacijom s vodenom parom i procjeđivanjem, te se konačno izlije u šipkaste komade koji dolaze u trgovinu. Tako dobiveni fosfor kristaliničan je i bezbojan, a zove se b i j e l i (obični) f o s f o r.

Rastvorimo nešto fosfora u ugljik-bisulfidu, te izlijmo taj rastvor na papir za filtraciju. Rastvarač se brzo ispari, a fosfor, koji zaostane na površini papira, zapali se zbog brze oksidacije sam od sebe.

Bijeli fosfor izložen svjetlosti najprije požuti, a kasnije pocrveni. Na uzduhu se oksiduje i zapali već kod 40° C. Mekan je i dade se rezati kao vosak. Zbog njegove lake zapaljivosti na uzduhu i velike otrovnosti režemo ga i čuvamo pod vodom. Pokuse sa fosforom izvodimo oprezno, jer se zadobivene opekline od gorećeg fosfora teško liječe. Fosfor se lako rastvara u ugljik-bisulfidu.

Fosfor svijetli na uzduhu, a to se osobito lijepo zapaža u mraku. Taj pojav nazivamo f o s f o r e s c e n c i j a (fosforos = svjetlucanje). Ima i drugih materija koje tako svijetle.

D o k a z i v a n j e   o t r o v a n j a   s   f o s f o r o m u sudskim slučajevima obavlja se na temelju svojstva njegovih para da svjetlucaju u mraku. U tikvicu metnemo nešto vode i sadržaj želuca otrovanog čovjeka i zagrijavamo, pa ako ima fosfora, to će se fosforne pare isparavati zajedno s vodenim i dospjeti u hladilo. Vodene se pare kondenzuju, a fosforne se sastanu sa uzduhom i zasvijetle.

Ako zagrijavamo bijeli fosfor na 250—300° bez pristupa uzduha, on prelazi u c r v e n i   f o s f o r. Taj se tako lako ne zapali kao bijeli fosfor (sl. 55). Crveni fosfor ne rastvara se u ugljik-bisulfidu i nije otrovan. On se zagrijavanjem ne tali, nego odmah prelazi u pare. Zapali se kod 256° C. Ne fosforescira u mraku, a ni ne oksiduje se na uzduhu. Iz crvenog fasfora dobijemo bijeli, ako ga destilujemo, kod čega njegove pare valja naglo hladiti.

Prema tome fosfora ima dvije vrste, a one se razlikuju po hemijskim i fizičkim svojstvima. Kaže se da fosfor dolazi u dvije a l o t r o p s k e   m o d i f i k a c i j e, i to kao bijeli i crveni fosfor.

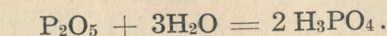
b) **Žigice.** Fosfor se upotrebljava radi lake zapaljivosti u industriji žigica. Prijašnje žigice sadržavale su u svojim glavicama običnog fosfora koji se trenjem o hrapavu plohu zapalio. Takove su žigice otrovne, te su zabranjene i zamijenjene bezopasnim švedskim žigicama koje u glavici ne sadrže fosfora.

Glavice švedskih žigica sadrže kalijum-hlorata ili drugih susptancija, koje lako otpuštaju kisik, nadalje antimon-sulfida i ljepila. Glavica se tih žigica zapali trenjem na plohi, a ta je oblijepljena praškom od stakla i crvenoga fosfora koji nije opasan. Trenjem se razvija toplina koja oslobodi kisik iz kalijum-hlorata, a taj onda zapali sitno razdijeljeni fosfor na kutiji, odakle se plamen prenese na glavicu žigice.

Pravljenje žigica vrši se na taj način, da se drvca umaču najprije u rastaljeni parafin, a zatim u tekuću lako zapaljivu smjesu od koje sušenjem postaje glavica. Antimon-sulfid izgara s pomoću kisika iz kalijum-hlorata, a ljepilo se dodaje

da se glavica čvrsto drži. Parafin ima zadatak da pomogne zapaljenje drvca.

c) **Fosforna kiselina** H_3PO_4 ili $(HO)_3{\equiv}P{=}O$. Bijeli se fosfor na uzduhu puši i pri tom oksidacijom nastaje f o s f o r-t r i o k s i d, P_2O_3. Spaljivanjem fosfora u kisiku nastaje f o s f o r-p e n t o k s i d, P_2O_5 koji izgleda kao bijeli sniježni prašak. Taj ima svojstvo da već iz uzduha upija željno vlagu. Potpunim rastvaranjem fosfor-pentoksida u vodi dobivamo f o s f o r n u k i s e l i n u:



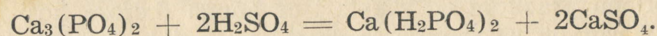
$$P_2O_5 + 3H_2O = 2\,H_3PO_4.$$

Fosforna kiselina je trobazična, jer u molekuli ima tri atoma vodika koji se mogu zamjenjivati s atomima prostih metala. Tako nastaju soli koje nazivamo f o s f a t i. Poznamo tri vrste soli fosforne kiseline, i to: p r i m a r n e, s e k u n d a r n e i t e r c i j a r n e fosfate. Takove fosfate natrijuma pišemo:

NaH_2PO_4 = primarni ili mononatrijum-fosfat (dihidrofosfat),
Na_2HPO_4 = sekundarni ili dinatrijum-fosfat (monohidrofosfat),
Na_3PO_4 = tercijarni ili trinatrijum-fosfat (normalni fosfat).
Fosfate kalcijuma izvodimo od dvije molekule fosforne kiseline. Primarni fosfat kalcijuma $Ca(H_2PO_4)_2$ lako se rastvara u vodi i upotrebljava se kao vještačko fosforno gnojivo.

d) **Fosforna vještačka gnojiva.** Apatita i drugih fosfata ima redovno u kamenju, pa trošenjem toga kamena dolaze fosfati u zemlju oranicu. Biljke crpu fosfate iz zemlje i njima se hrane, te se osobito u njihovim sjemenkama nalaze fosforni spojevi u većoj količini. U životinjskim kostima ima kalcijum-fosfata oko 58%. Prema tome fosforni spojevi vrlo su važni za ishranu biljaka. Ako u zemlji oranici nema dosta fosfata, dodaju se zemljištu pored stajskog đubreta i vještačka fosforna gnojiva, i to: superfosfat, koštano brašno i Tomasovo fosfatno brašno.

S u p e r f o s f a t se dobiva iz prirodnih fosforita koji se smrve i miješaju sa sumpornom kiselinom. Ona pretvori obične nerastvorljive normalne fosfate u k i s e l e ili primarne fosfate koji se lako rastvaraju u vodi.



$$Ca_3(PO_4)_2 + 2H_2SO_4 = Ca(H_2PO_4)_2 + 2CaSO_4.$$

Smjesa primarnog fosfata kalcijuma, sadre i vode zove se s u p e r f o s f a t.

K o š t a n o b r a š n o dobije se iz kosti. Iz njih se vadi benzinom najprije mast, a poslije toga kuhanjem s vodom izluči se koštano tutkalo (kelje). Zaostatak se samelje i služi kao fosforno gnojivo.

T o m a s o v a d r o z g a dobiva se kao otpadni proizvod kod čišćenja sirova željeza od fosfornih spojeva. Drozga se mora dobro samljeti, a onda se prodaje kao gnojivo pod imenom Tomasova fosfatna brašna.

V j e ž b e: 1) Napiši strukturne formule fosfor-trioksida i fosfor-pentoksida. 2) Koliko valentan je fosfor u tim spojevima? 3) Napiši strukturne formule od dvije molekule fosforne kiseline, pa izvedi sve fosfate kalcijuma. (Kod toga valja uzeti u obzir da je kalcijum dvovalentan elemenat).

3. Arsen, As = 74,96

a) **Dobivanje i svojstva arsena.** Arsena ima u prirodi samorodna i u spojevima. Najvažniji su prirodni spojevi arsenove rude: arsenopirit (FeAsS), realgar (As_2S_2) i auripigment (As_2S_3). Elementarna arsena ima u Čehoslovačkoj i Norveškoj. Njegovi su spojevi dosta rasprostranjeni, a ima ih i u našoj domovini u Bosni i Makedoniji.

R e a l g a r, As_2S_2, i a u r i p g m e n t, As_2S_3, spojevi su arsena sa sumporom. U prirodi se nalaze kao minerali. Realgar je crvene, a auripigment je žute boje. Ovi se spojevi upotrebljavaju kao slikarske boje. Pravimo ih na vještački način zagrijavanjem smjese sumpora i arsena u glinenim retortama.

A r s e n o p i r i t, FeAsS, najvažniji je mineral iz kojeg se sublimacijom dobiva arsen. Ima ga kod nas u Psunju kod Pakraca. Arsenopirit ima metalan sjaj, sive je boje, a crt mu je crn.

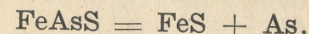
Grijemo li malo arsena u kušalici, arsen se ne tali, nego se odmah pretvara u pare (sublimuje) koje se na hladnijim mjestima kušalice uhvate kao a r s e n o v o z r c a l o (sl. 56).

Ako žarimo arsen uz pristup uzduha, on sagori i razvija kod toga bijeli gusti dim, a taj miriši po češnjaku i zgusne se ohlađivanjem u bijeli prah. To je b i j e l i a r s e n i k ili a r s e n-t r i o k s i d koji nastaje oksidacijom arsena:



$$As_2 + 3\,O = As_2O_3.$$

Arsen se dobiva sublimacijom nečistog prirodnog arsena ili prženjem arsenopirita u glinenim retortama. U vrućini se raspada arsenopirit u smislu ove jednadžbe:



$$FeAsS = FeS + As.$$

Arsen je krt elemenat sive boje i metalna sjaja. Tvrdoća mu je 3,5 a specifična težina 5,7. Kao fosfor tako i arsen dolazi u više alotropskih modifikacija. U prirodi nalazi se kristalični arsen, a naglim ohlađivanjem njegovih para nastaje amorfni arsen u arsenovu zrcalu. On je u svojim spojevima trovalentan i peterovalentan. Male količine arsena (0,1%) daju se olovu od kojega se priređuje sačma da ona bude tvrda.

b) **Arsen-trioksid, As_2O_3.** Arsen-trioksid, arsenik ili sičan nalazi se u prirodi u malim količinama. Dobiva se prženjem uz pristup uzduha onih ruda u kojima ima arsena. Bijeli dim od arsen-trioksida, koji tu postaje, zgusne se ohlađivanjem u bijeli prašak (otrovno brašno). Arsenik se u vodi teško rastvara, a vrlo je opasan otrov, jer već nekoliko desetina grama usmrte čovjeka. U nekim slučajevima služi ipak u malim količinama kao lijek (proti slabokrvnosti), a daje se i konjima da postanu krepki i čili.

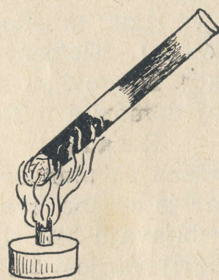
Arsenik se upotrebljava za tamanjenje škodljivih životinja, za fabrikaciju nekih boja i konzervovanje životinjskih koža.



Sl. 56. Sublimacija arsena.

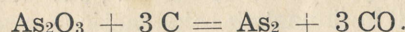


Sl. 57. Sublimacija arsenika (arsen-trioksida).



Sl. 58. Pare arsen-trioksida prelaze preko užarena uglja i redukuju se na arsen, a taj se sublimuje kao arsenovo zrcalo na hladnijim mjestima kušalice.

Arsen-trioksid zagrijavan u kušalici sublimuje se bez promjene (sl. 57). Ako pare arsenika prevodimo preko užarena uglja, izgubi arsen-trioksid svoj kisik, pa se na hladnom mjestu kušalice uhvati obljep od arsenova zrcala (sl. 58):



$$As_2O_3 + 3\,C = As_2 + 3\,CO.$$

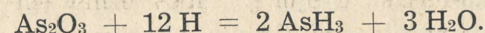
U vodi se arsen-trioksid nešto rastvara i daje s njom a r s e n a s t u k i s e l i n u H_3AsO_3:



$$As_2O_3 + 3\,H_2O = 2\,H_3AsO_3.$$

Soli te kiseline zovu se a r s e n i t i.

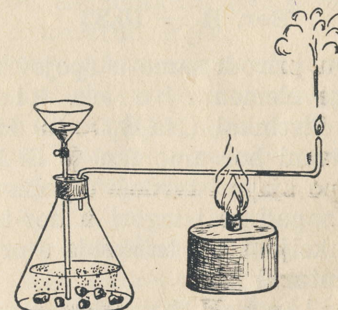
b) **Dokazivanje otrovanja arsenom.** Arsen-vodik, AsH_3, postaje, ako nascentni vodik djeluje na arsen-trioksid:



$$As_2O_3 + 12\,H = 2\,AsH_3 + 3\,H_2O.$$

To je plin bez boje koji izgara modrikastim plamenom na As_2O_3 i H_2O. Arsen-vodik je također otrovan. Žarimo li cijev kroz koju provodimo osušeni AsH_3, raspadne se on na svoje elemente, pa se iza plamena napravi arsenovo zrcalo. Na ovaj način možemo istražiti da li u nekoj supstanciji ima arsena i dokazati također u sudskim slučajevima otrovanje s arsenovim spojevima. Postupak dokazivanja provede se na slijedeći način:

U bočici za razvijanje plinova stavimo čista cinka, sumporne kiseline i materijal koji ispitujemo na arsen. Cinak i H_2SO_4 razvijaju vodik, a taj se spaja dok je još u nascentnom stanju s arsenom u AsH_3. Arsen-vodik provodimo u smjesi s vodikom kroz cijev i zapalimo ga na vrhu gdje izlazi. Vodik čist gori bezbojno, ali ako je primiješano AsH_3, plamen postane modrikasto bijel, dimi se i zaudara po češnjaku. Osim toga, ako zagrijavamo cijev na jednom mjestu, pojaviće se iza plamena arsenovo zrcalo. Na porculanskoj se pločici, koju metnemo na modrikasti plamen, načini također arsenovo zrcalo. (sl. 59). Sličan aparat za dokazivanje arsena složio je M a r š (M a r s h).



Sl. 59. Dokazivanje arsena po M a r š u (M a r s h). Cjevčica koja se zagrijava mora biti od teško taljiva stakla.

4. Antimon, Sb = 121,76

Samorodna antimona je vrlo rijetko naći u prirodi.

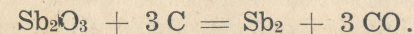
A n t i m o n i t ili a n t i m o n s k i s j a j n i k, Sb_2S_3, jedina je ruda iz koje se dobiva taj elemenat. Antimonit je sive boje i metalna sjaja, a kristalizuje se u rompskom sitemu. U našoj ga domovini ima u Sloveniji kod Hrasnika, u Bosni kod Čemernice, i u Srbiji kod Alšara. Važna su njegova nalazišta u Saskom i Češkom Rudogorju, u Francuskoj, Južnoj Rusiji i dr.

Žarimo li antimonit uz pristup uzduha, nastane antimon-trioksid:



$$Sb_2S_3 + 9\,O = Sb_2O_3 + 3\,SO_2.$$

Antimon-trioksid žaren s ugljenom redukuje se u elementarni antimon:



$$Sb_2O_3 + 3\,C = Sb_2 + 3\,CO.$$

Antimon je kristaliničan i krt, pa se dade stucati u prah. Kao azot, fosfor i arsen, i on je trovalentan i peterovalentan. Po hemijskim svojstvima vrlo je sličan arsenu.

Razlikujemo ga od arsena po tom što bijeli dim (antimontrioksid), koji se stvara kada ga žarimo na uglju, ne zaudara po češnjaku. Najviše se upotrebljava za pravljenje legura. S kositrom daje britansku kovinu, a smjesa olova sa 15—25% antimona i 10—20% kositra daje leguru za štamparska slova.

Antimon-trihlorid, $SbCl_3$, upotrebljava se za posmeđivanje (briniranje) puščanih cijevi.

Bor, B = 10,82

Bor se nalazi u prirodi samo u spojevima. Najvažniji su prirodni spojevi toga elementa borna kiselina (H_3BO_3) i mineral boraks ili tinkal ($Na_2B_4O_7 . 10\ H_2O$).

Vještački dobiveni bor amorfan je ili kristaliničan. Kristali bora slični su po sjaju i tvrdoći dijamantu. Žarimo li bor uz pristup uzduha, zapali se i izgori u bor-trioksid B_2O_3. Bor je trovalentan. Redukcijom bor-trioksida s praškom od magnezija dobije se elementarni bor.

Borna kiselina, H_3BO_3, izlazi s vodenim parama iz pukotina zemlje u Toskani i u drugim vulkanskim predjelima. Iznad pukotina sazidani su bazeni u koje se napušta voda. Vulkanske pare provode se kroz vodu, i u njoj zaostane borna kiselina. Isparavanjem rastvora u plitkim tavama s pomoću topline vulkanskih para (50—60° C) izluči se borna kiselina.

Borna kiselina kristalizuje se u sjajnim ljuskavim kristalima. U hladnoj se vodi rastvara teško, a mnogo lakše u alkoholu. Alkohol, u kojemu je rastvorena borna kiselina, gori zeleno obrubljenim plamenom. Borna kiselina priječi vrenje i gnjiljenje. Upotrebljava se kao antiseptičko sredstvo u medicini. Konzervovanje hrane bornom kiselinom je zabranjeno.

Soli borne kiseline zovu se borati. Borati se lako tale i pospješuju taljenje drugih materija. Lako taljiva stakla sadrže borata.

Zagrijavamo li bornu kiselinu kod 140°, odijeliće se od četiri molekule borne kiseline 5 molekula vode: $4H_3BO_3 - 5H_2O = H_2B_4O_7$. Na taj način nastane tetraborna kiselina, a njenje soli zovu se tetraborati. Najvažniji spoj te kiseline je natrijum-tetraborat ili boraks.

Boraks, $Na_2B_4O_7 + 10\ H_2O$, sadrži deset molekula kristalne vode. Ispaljen vruć vršak tvrde olovke ili žice od platine metnemo u prašak od boraksa. Prilijepljeni prašak unesen u

plamen počne najprije bubriti zbog ispuštanja svoje kristalne vode, a onda se stali u prozirno zrnce, tako zvanu biserku.

Ako priređenoj biserci dodamo samo male količine metalnoga oksida i zagrijevamo to u plamenu, nastaće staljivanjem različno bojadisana zrnca. Kobalt-oksid bojadiše biserku modro, mangan-oksid ljubičasto, a hrom-oksid zeleno. Na taj način mogu se istražiti i raspoznati metalni oksidi koji dolaze kao rude u prirodi.

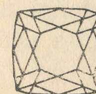
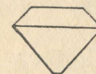
E) Metaloidi ugljikove grupe

1. Ugljik, C = 12

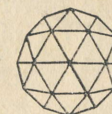
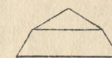
a) **Modifikacije ugljika.** Ugljika ima u prirodi gotova i u spojevima. Gotov, elementaran, nalazi se ugljik u prirodi kao dijamant, grafit i amorfni ugljik.

Spojevi ugljika dolaze u prirodi kao ugljik-dioksid, kao karbonati, ugljikovodici u mineralnom ulju i kao različne vrste uglja. Sva biljna i životinjska tijela izgrađena su poglavito od ugljikovih spojeva. Poznato je nadalje mnogo njegovih spojeva koji su priređeni vještački (sintezom).

Dijamant ili alem kristalizuje se u oblicima teseralnog sistema. Često se nalazi u obliku zrnaca koja se savršeno kalaju smjerom plohe oktaedra, a to mnogo pomaže kod brušenja dijamanata. Dijamant je obično bezbojan i bistar kao voda, ali tuđe primjese često ga različito oboje. Prema količini tuđih primjesa specifična težina mu koleba između 3,49—3,55. Od svih ruda on je najtvrđi, pa se njime mogu parati sve ostale rude. Svijetlo se u njemu jako lomi i raspršuje, te brušen dijamant sav sija kao da u njemu vatra gori. Brusi se svojim vlastitim prahom, i to najčešće u obliku briljanta i rozete (sl. 60 i 61).

Sl. 60. Dijamanti brušeni u obliku briljanta.

Sl. 61. Dijamanti brušeni u obliku rozete.

Dijamanti svjetlucaju u tami, ako su prije toga bili izloženi sunčanoj svjetlosti. Protareš li ga malo po suknu, svijetli (fosforescira) on sam od sebe.

Zagrijan u struji kisika ili na uzduhu dijamat se zapali i savršeno sagori u ugljik-dioksid, CO_2, a taj plin nastaje tako-

đer izgaranjem uglja. Dijamant je dakle najčišći ugljik. Prema svim kiselinama vrlo je otporan.

Dijamant je vrlo rijetka ruda. Vade ga najviše na nalazištima kamo ga je voda nanijela. Važna su njegova nalazišta na Uralu, Istočnoj Indiji, Južnoj Africi i Braziliji.

Dijamante mjerimo karatima: 1 karat = $^1/_5$ grama. Najveći je dijamant nađen godine 1902 u Južnoj Africi i prozvat je Kalinan (Cullinan). Težio je 3025 karata. Među veće poznate dijamante računa se ruski dijamant Orlov sa 194 karata i osobito lijepi francuski briljant Pit ili Regent sa 136 karata.

Radi svoga osobita sjaja i velike tvrdoće dijamant je najskupocjeniji dragi kamen. Cijena dijamantima raste s kvadratom broja karata, tj. dijamant od 2 karata stoji četverostruko, dijamant od 3 karata deveterostruko, a od 4 karata šesnaest puta više od onoga što stoji 1 karat. Manji i nečistiji dijamanti upotrebljavaju se za rezanje stakla i za bušenje stijena. Svrdla za bušenje obložena su na vrhu sitnim dijamantima.

Grafit se nalazi u prirodi obično u ljuskavim i listićavim nakupima. U našoj domovini ima ga u malim količinama u Psunju, kod Kraljeva i dr. Na glasu su njegova nalazišta u Čehoslovačkoj, Sibiriji, Švedskoj i Grenlandu.

Grafit je tamno sive boje, a pod prstima je masna opipa. Ide među najmekanije rude, i tvrdoća mu je 1. Kako je mekan, piše i zaostavlja siv crt metalna sjaja. Nasuprot dijamantu grafit je dobar vodič topline i elektricitete, a specifična mu težina koleba između 2,1—2,3.

Žarenjem u kisiku izgori, a ako ne dolazi do njega kisik, može da podnese visoku temperaturu. U prirodi često dolazi onečišćen tuđim primjesama.

Grafit se pravi u novije doba na vještački način. Žarenjem koksa (C) i pijeska (SiO_2) u električnim pećima dobije se silicijum karbid, SiC, a od ovoga dovođenjem uzduha postaje grafit:



$$SiC + O_2 = SiO_2 + C.$$

Grafit se upotrebljava za pravljenje lonaca koji mogu podnositi visoku temperaturu, a služe za taljenje metala. Dosta se grafita troši za priređivanje olovaka i elektroda i u galvanoplastici. Njime mažu željezne predmete (peći) da ne rđaju.

Amorfni ugalj. Kod mjesta Šunge u Rusiji dolazi u manjim količinama amorfna modifikacija ugljika koja se zove šungit. To je mineral crne boje, metalna sjaja, a dobar je vodić topline. Kod visoke temperature lakše izgara od dijamanta i grafita.

Dijamant, grafit i amorfni ugljik sastoje se od elementarnog ugljika, ali imaju različna fizična svojstva. Elemenat ugljik javlja se prema tome u tri alotropske modifikacije, on je trimorfan.

Stavimo li na plamen svijeće hladnu porcelansku pločicu, ona će pocrnjeti od izlučenog ugljika. Materije, koje su bogate ugljikom (ulje, smole i dr.), gore uz nedovoljan pristup uzduha čađavim plamenom. Amorfni ugljik, koji se izlučuje nepotpunim sagorijevanjem organskih supstancija, zove se čađ. Od čađi prave štamparsko crnilo i tuš.

b) **Pravljenje olovaka (pisaljaka).** Prah od grafita i gline izmiješa se i zamijesi s vodom u gusto tijesto koje se preša u tanke šipke. Šipke se suše i pale da otvrdnu, pa se zatim ulažu u drvo. Ako u smjesi ima više grafita, olovke su mekše.

c) **Ugljevi.** Različite vrste uglja dobiju se zagrijavanjem organskih spojeva u prostoru kamo uzduh nema pristupa. Ako hvatamo i iskorišćujemo proizvode, koji raspadanjem nastaju, onda se postupak zove suha destilacija.

Drveni ugalj, ćumur. Na slobodnu uzduhu gori treščica plamenom bez dima. Spustimo li treščicu polagano u kušalicu, ona gori i dalje, ali se puši i zaostane crna materija, drveni ugalj.

U šumama prave ugljari drveni ugalj tako da drvo slože u gomilu oko kakvog šupljeg stožera i pokriju ga zemljom. Drvo se zapali kroz stožer, a prizemnim kanalima pripuštaju malo uzduha. Jedan dio drveta izgori, a veći se dio pougljі. Ovo paljenje traje nekoliko dana. Ugljar konačno otkrije gomilu i ugasi užareni ugalj.

Drveni ugalj je porozan i upija lako plinove time što ih zgušnjava na svojoj površini. Ta je adsorcija koja je slična apsorpciji plinova u tekućinama. Drveni se ugalj upotrebljava za procjeđivanje nečistih tekućina i rafinaciju sirova špirita, jer pridržava boje i mirise. Mnogo se drvenog uglja troši u kovačnicama i za redukciju ruda. Kako se na uglju ne mogu razvijati bakterije gnjiloće i truljenja, pougljе se stupovi prije zabijanja u zemlju. Na brodovima drže vodu za piće u bačvama koje su iznutra pougljene. Drveni se ugalj od breze i johe upotrebljava za priređivanje baruta.

Neke prirodne vode, koje sadrže škodljivih materija u rastvoru, postaju pitke, ako se filtruju kroz ugalj.

Koštani ugalj ili spodijum dobije se kao i drveni žarenjem kosti bez pristupa uzduha. Ako pomiješamo crno vino s prahom od spodijuma, zagrijemo smjesu i procijedimo, prokapaće vino bez boje. Koštani ugalj je vrlo porozan, pa pridržava boje bolje nego drveni ugalj. Šećerni sok u

tvornicama šećera odbojadiše se procjeđivanjem kroz spodijum. Životinjski (animalni) ugalj dobiva se pougljenjem krvi i mesa.

Koks je čvrsti zaostatak koji se dobije suhom destilacijom kamenoga uglja. On je siv, sjajan, šupljikav i osobito tvrd, pa se upotrebljava kod dobivanja željeza iz željeznih ruda. Kod suhe destilacije kamenog uglja izluči se jedan dio ugljika na zidovima retorte, a zove se retortni ugalj. Taj se upotrebljava u elektrotehnici.

Propale biljke, koje dospiju pod naslage zemlje ili pod vodu, polako se pougljuju, jer do njih ne dolazi kisik iz uzduha. Biljke su izgrađene od različitih spojeva u kojima su zastupani ponajviše elementi C, H i O. Biljni materijal, kada dospije pod zemlju, razgrađuje se i gubi sve više kisik i vodik i zbog toga mijenja svoje lice i postaje sve bogatiji ugljikom. Na taj način stvorile su se u kori zemaljskoj naslage kamenog uglja i treseta.

Procesi pougljivanja trajali su vrlo dugo, te o trajanju pougljivanja zavisi vrsta uglja i njegova kakvoća. Stariji ugalj je vredniji i sadrži više ugljika. Pougljivanje se vrši brže uz veliki pritisak i visoku temperaturu. Uglji, koji se nalaze dublje u zemlji, izvrgnuti su većem pritisku i temperaturi, pa su zreliji, tj. sadrže više ugljika. Sve vrste uglja, koje su nastale u kori zemaljskoj polaganim pougljivanjem, nazivamo mineralni ili fosilni ugalj. Taj ugalj sastoji se u glavnom od ugljika, ali nije slobodan, nego je hemijski vezan poglavito sa kisikom, vodikom, sumporom i azotom.

Antracit ima preko 90% ugljika, te se po tom vidi da je u njemu prirodno pougljivanje (karbonizacija) skoro potpuno dovršeno. Zapali se istom kod visoke temperature kao i koks, a izgara bez dima i čađi, te razvija jaku žaru. Kod izgaranja mora mu se dovoditi dovoljno kisika. Jedan kilogram antracita razvija izgaranjem 8500 kalorija i ostavlja vrlo malo pepela. Najvažnija su nalazišta antracita u Sjevernoj Americi, a u Evropi ga ima malo.

Crni (kameni) ugalj ima 75—90% ugljika, a razvija izgaranjem po kilogramu 6000—7500 kalorija. Slojevi crnog uglja razvijeni su u zemlji u različitim debljinama. Sjaj mu je smolinast ili mastan, a lom ljušturast. Ugrijemo li crni ugalj u kušalici sam za sebe, razvija se dim od kojega lakmus pomodri. Kod nas ima nešto crnog kamenog uglja u Istočnoj Srbiji i Makedoniji. Najveće se i najbogatije naslage kamenog uglja nalaze u Americi, Kini, Engleskoj, Njemačkoj i Čehoslovačkoj.

Mrki ugalj ima 55—75% ugljika, a loživa mu je vrijednost 3000—5500 kalorija. Zapali se lakše nego kameni ugalj, ali gori čađavim plamenom i zaostavlja više pepela. Na nekim se vrstama prepoznaje struktura drva od kojega je on postao. Takove odlike mrkog uglja zovemo lignit.

Kuhamo li nešto mrkog ugljena u kušalici s lužinom, bojadiše se ona tamnosmeđe, a to se ne događa kod antracita i kamenog uglja.

Nalazišta su mrkog uglja silno raširena po čitavoj Zemlji. Kod nas ima toga uglja vrlo mnogo, a važni su ugljokopi i nalazište kod Trbovlja, Golubovca, Vrdnika, Sinja Kičeva, Tetova i drugdje.

Treset ima oko 50—60% ugljika, a sastoji se od isprepletenih biljnih ostataka. Nalazimo ga u močvarnim nizinama, gdje je postao od propalih močvarnih biljaka, osobito mahovina koje su se pod vodom tek počele pougljivati. Treset se upotrebljava kao gorivo ili za stelju, ali mu je kalorična vrijednost manja nego kod ostalih spomenutih vrsta uglja, jer sadrži uvijek dosta vlage i zaostavlja nakon izgaranja mnogo pepela. Najveća se tresetišta nalaze u Irskoj i Njemačkoj, a kod nas ih ima u okolini Ljubljane.

Sve vrste uglja trošimo kao gorivi materijal u industriji i kućanstvu. Od crnog (kamenog) uglja priređuje se suhom destilacijom koks, rasvjetni plin, katran i amonijačna voda, a zatim se svaki proizvod posebno iskorišćuje.

Samo zemlje sa bogatim nalazištima crnoga uglja mogle su razviti svoju industriju.

Vađenje uglja vrši se pravljenjem rovova (ugljokopa) u zemlji, i to u dubljini i smjeru kako leže njegovi slojevi. Ima nalazišta mrkog uglja koja su blizu ispod površine zemlje, pa se ovakav ugalj vadi kopanjem sa površine, pošto se plitki gornji slojevi zemlje odbace s njegove površine.

Loživa snaga uglja i svakog drugog goriva izražava se u kalorijama.

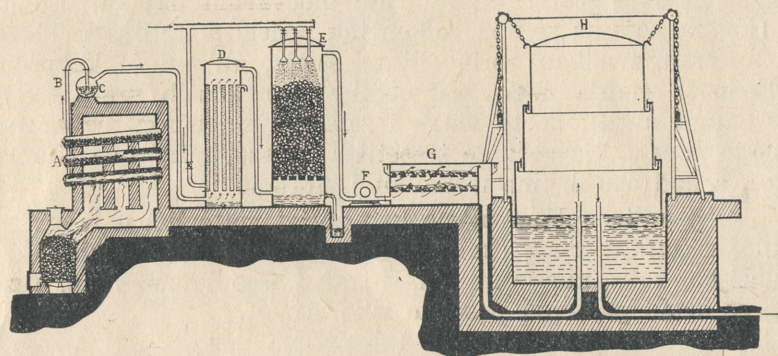
Vježbe: 1) Što je kalorija? Odgovor: To je ona množina toplote koja je potrebna da se jednoj litri vode povisi temperatura za 1° C. 2) U loncu se grije na peći 1 litra vode. Početna temperatura bila je 15° C. Vodu smo grijali na 80° C. Koliko je primila kalorija? Odgovor: 65 kalorija. 3) Kako ćeš procijeniti pravu vrijednost dviju vrsta uglja?

d) **Suha destilacija kamenog uglja.** Sagorijevanjem kamenog uglja oslobađaju se velike količine topline kojom se zagrijavaju parni kotlovi i griju stanovi. Kod sagorijevanja spaja se ugljik i vodik uglja s kisikom uzduha u ugljik-dioksid, CO_2 i vodu, H_2O, te oni u obliku plina i pare iščeznu kroz

dimnjak; od uglja ne ostane konačno ništa, osim malo pepela.

Ako ugalj žarimo kod visoke temperature u zatvorenim retortama bez pristupa uzduha, dobiju se od njega različni proizvodi, i to: koks, katran, amonijačna voda i rasvjetni plin. Svi ti produkti imaju svoju upotrebu i iskorišćuju se posebno. K o k s je potreban za dobivanje željeza iz njegovih ruda, a r a s v j e t n i p l i n za osvjetljenje ulica i stanova i za loženje. A m o n i j a č n a s e v o d a upotrebljava za pranje i dobivanje amonijum-sulfata koji se prodaje kao umjetno gnojivo. U k a t r a n u se nalaze proizvodi iz kojih se priređuju boje i lijekovi.

U gradovima podižu se p l i n a r e u kojima se suhom destilacijom kamenog uglja dobiva plin koji se troši za ra-



Sl. 62. Suha destilacija kamenog uglja. Plinovi i pare što dolaze iz retorta A dovode se kroz cijev B u predložak (hidraulik) C. Tu se kondenzuje i zaostane najveći dio katrana i amonijačne vode. Iz hidraulika vodi se plin u hladionik D. U njemu se kondenzuju lakše katranske pare koje nijesu zaostale u hidrauliku. Plin se vodi dalje kroz praonik (skruber) E sa koksom preko kojega prši hladna voda i ondje se pranjem otstrane poglavito amonijak i ugljik-dioksid. Plin se dalje potiskuje ventilatorom (ekshaustorom) F kroz čistionik G u kojemu je na rešetkastim policama razastrta glinena željezna ruda. Zadaća je tom čistioniku da oduzima plinu sumporne i cijanove spojeve. Očišćen rasvjetni plin dolazi u velike gasometre H iz kojih se razvodi prema potrebi na mjesta potroška.

svjetu i grijanje. Ostali proizvodi suhe destilacije imaju u plinarama sporednu važnost.

Destilacija se provodi u uspravnim ili položenim r e t o r t a m a. Iz uglja se žarenjem kod 1000—1300° C razvijaju plinovi i katranske pare, a u retortama zaostane koks. Očišćeni plin dolazi u velike gasometre iz kojih se odvodi cijevima do mjesta potroška (sl. 62).

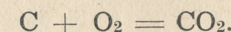
Kako teče p r o c e s s u h e d e s t i l a c i j e u g l j a ?

U kamenom uglju nalaze se elementi: ugljik, vodik, kisik, azot i sumpor. Kod procesa suhe destilacije izlazi jedan dio vodika u elementarnu stanju, a ostali se dio vodika veže s ugljikom u ugljikovodike. Vodik se udružuje i s drugim elementima: s kisikom u vodu (H_2O), s azotom u amonijak (NH_3), a sa sumporom u sumpor-vodik (H_2S). Kisik se udružuje također s ugljikom u ugljik-monoksid (CO) i ugljik-dioksid (CO_2), a sa sumporom u sumpor-dioksid (SO_2). Iz rasvjetnog se plina moraju otstraniti spojevi sumpora (SO_2 i H_2S) i azota (NH_3 i C_2N_2), jer oni kod gorenja štetno djeluju. Rasvjetni plin sadrži oko 50% vodika, 33% metana, 8% ugljik-monoksida, 4% teških ugljikovodika i oko 5% negorivih plinova ($N_2 + CO_2$).

Iz 100 kg uglja dobije se oko 33 m³ plina, 5 kg katrana, 8 kg amonijačne vode i 69 kg koksa.

Uz velika nalazišta željeznih ruda podižu se kraj talionica željeza i k o k e r i j e za dobivanje koksa koji je potreban za redukciju i istaljivanje željeza. U kokerijama se suha destilacija kamenog uglja vrši u velikim, horizontalno položenim retortama da se dobije što više koksa.

e) **Ugljik-dioksid, CO_2.** Sagorimo li komadić uglja u boci, koju smo napunili kisikom, razvije se plin koji pomuti bistru vapnenu vodu kad ga provedemo kroz nju. Od istog plina čista voda dobije kiselkast ukus. Od ugljika i kisika stvori se izgaranjem spoj koji se zove ugljik-dioksid:

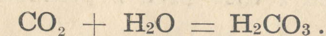


$$C + O_2 = CO_2.$$

Ugljik-diosid stvara se uvijek kad gore drvo, slama, ugalj i druge materije u kojima ima ugljika. Kod disanja, vrenja i truljenja nastaje također CO_2. U vulkanskim krajevima izlaze iz pukotina zemlje veće množine ugljik-dioksida. Na nekim mjestima u prirodi nakupilo se mnogo ugljik-dioksida, kao na pr. u »Pasjoj spilji« kod Napulja.

Ugljik-dioksid bezbojan je plin, a rastvoren u vodi nakisela je ukusa. Teži je 1½ puta od uzduha, pa se može preručiti iz jednog cilindra u drugi. Plamen svijeće se u njemu ugasi, a ljudi i životinje se zaguše. Ako uvodimo ugljik-dioksid u stakleni cilindar, gasiće se zapaljene svjećice, koje su postavljene u različitim visinama, redom odozdo (sl. 63).

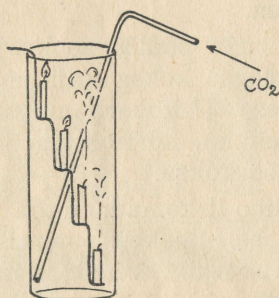
Hladna voda rastvara (apsorbuje) ugljik-dioksid. Rastvor je kisela ukusa, i lakmus od nje pocrveni. Od vode i ugljik-dioksida nastaje u g l j i č n a k i s e l i n a, (H_2CO_3) koja je vrlo nepostojana:



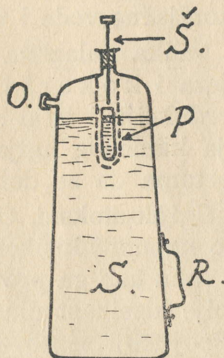
$$CO_2 + H_2O = H_2CO_3.$$

U prirodi dolaze vode kisela ukusa koje sadrže u rastvoru veće množine ugljik-dioksida. To su p r i r o d n e k i s e l e v o d e (na pr. jamnička i rogatačka). Vještački priređen rastvor ugljik-dioksida u vodi zove se s o d a - v o d a. Pod povišenim pritiskom utiska se veća množina ugljik-dioksida u vodu koja se nalazi u jakim bocama. Voda rastvori kod običnog pritiska i temperature 1 litru CO_2, a pod pritiskom dva puta većim (2 atmosfere) rastvori ga 2 litre. Pretočimo li nešto soda-vode iz sodne boce u čašu, izlazi jedan dio CO_2, jer je soda-voda u čaši pod manjim pritiskom.

Ugljik-dioksida ima apsorbovana u pivu, šampanjcu i drugim pjenušavim pićima. Taj plin daje pićima svježinu, a kada dospije u želudac, olakšava probavu.



Sl. 63. Na cjevčicu koja seže do dna uvodi se u posudu ugljik-dioksid. Taj gasi odozdo redom upaljene svjećice.



Sl. 64. Sprava za gašenje vatre.

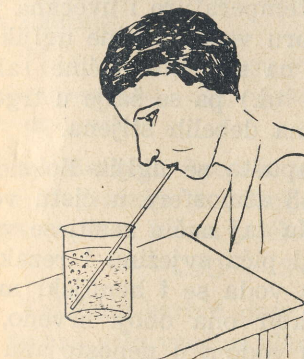
Ako hladimo CO_2 do 0° C, prelazi on uz pritisak od 35 atmosfera u tekuće stanje. U trgovinu dolazi ugljik-dioksid u željeznim bocama pod pritiskom od 50 atmosfera.

Ugljik-dioksid upotrebljava se za pravljenje soda-vode i drugih vještačkih pjenušavih pića. Troši se nadalje za fabrikaciju sode i kod prečišćavanja slatkog soka u šećernoj industriji. U priručnim napravama za gašenje vatre razvija se ugljik-dioksid djelovanjem sumporne kiseline na sodu (sl. 64).

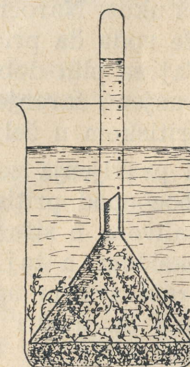
Sprava se uhvati za ručku R, preokrene i udari o zemlju. Metalni se štapić Š, tako potisne i razbije staklenu posudicu P, napunjenu sumpornom kiselinom, a ova sa rastvorenom sodom S, razvija mnogo CO_2. Ugljik-diokid, koji se reakcijom neprestano stvara, svojim pritiskom izbacuje tekuću smjesu na otvor O.

Gostioničari dižu i toče pivo s pomoću pritiska ugljik-dioksida.

U g l j i č n a k i s e l i n a (H_2CO_3) ili $\frac{HO}{HO}{>}C = O$, je nepostojana, te se raspada na CO_2 i H_2O ($H_2CO_3 = CO_2 + H_2O$), a zbog toga je slobodnu i ne poznamo. Njezine soli zovu se k a r b o n a t i. Ugljična kiselina čini dva niza soli: n o r m a l n e k a r b o n a t e, u kojima su obadva atoma vodika u molekuli zamijenjena metalom (Na_2CO_3), i h i d r o k a r b o n a t e, gdje je zamijenjen samo jedan atom vodikov, a drugi je ostao ($NaHCO_3$). Normalni karbonati kalcijuma, magnezijuma, željeza itd. teško se rastvaraju u vodi, dok su hidrokarbonati istih metala nešto rastvorljiviji. Ugljik-dioksida ima uvijek u prirodnim vodama i s pomoću njega pretvaraju se teško rastvorljivi normalni karbonati u lakše rastvorljive hidrokarbonate. U tvrdoj vodi ima obično rastvorena kalcijum-hidrokarbonata. Kuhanjem vode otpušta taj spoj polovicu vezanog ugljik-dioksida, te tako nastaje teško rastvorljivi normalni karbonat, a zbog toga se voda zamuti.

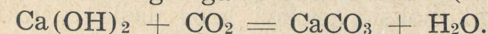


Sl. 65. Ugljik-dioksid, koji izdišemo, muti vapnenu vodu.



Sl. 66. Kod asimilacije ugljik-dioksida oslobađa se kisik.

Uzmi nešto gašena vapna te ga razmuti u vodi i pusti da se talog slegne na dno. Bistru tekućinu oprezno prelij ili procijedi u drugu posudu. Tako si dobio v o d u v a p n e n i c u. U njoj ima nešto rastvorena gašena vapna, $Ca(OH)_2$. Kada uvodiš CO_2 u vodu vapnenicu, nastaje kalcijum-karbonat koji se u vodi ne rastvara i zbog toga se voda zamuti (sl. 65).



$$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O.$$

Gašenim vapnom može se otstraniti ugljik-dioksid iz podruma u kojemu se nakupi kad mošt vri. Treba slamu namočiti u vapneno mlijeko i razastrijeti je po podu podruma da vapno upije CO_2.

U prirodi su karbonati vrlo rašireni, a osobito kalcijum-karbonat. Mnogi se karbonati žarenjem raspadaju i otpuštaju CO_2:



$$CaCO_3 = CaO + CO_2.$$

Čist ugljik-dioksid dobijemo iz vapnenca (mramora), ako na njega djelujemo sônom kiselinom:



$$CaCO_3 + 2\,HCl = CO_2 + H_2O + CaCl_2.$$

U uzduhu nalazi se CO_2 približno u stalnoj množini (na 10.000 kg uzduha 3 do 4 kg CO_2). Gorenjem i disanjem on doduše neprestano nastaje, ali se kod nekih procesa u prirodi opet stalno i troši. Osvijetljene zelene biljke uzimlju CO_2 iz uzduha, te od njega i vode stvaraju u lišću skrob (asimilicija), kod čega se jedan dio kisika oslobodi i vraća u atmosferu (sl. 66). Kisik se troši opet, kako je pomenuto, kod gorenja i disanja.

+ **f) Pravljenje sodne vode.** U prirodi izviru na nekim mjestima takove vode koje u rastvoru sadrže ugljik-dioksida. To su poznate kisele mineralne vode ili kiselice. Ako se obična voda za piće zasiti ugljik-dioksidom, zadobije ona također nakiseo i svjež ukus. Naročito kod niže temperature i uvećana pritiska može voda da pridrži u rastvoru veće količine ugljik-dioksida. Taj se plin dobiva fabrički na različite načine (alkoholnim vrenjem, žarenjem vapnenca itd.) pa se šalje u trgovinu pod pritiskom u željeznim bocama debelih stijena.

Kod pravljenja sodne vode napušta se ugljik-dioksid iz željezne boce pod pritiskom od 2—3 atmosfere u čistu vodu koja je nalivena u sifonsku bocu. Na taj način zasiti se voda ugljik-dioksidom, a taj joj daje kod pića svježinu i rezak ukus. Pri rastvaranju ugljik-dioksida voda se i hemijski mijenja. Budući da modri lakmusov papir ona oboji crveno, to znači da se jedan dio CO_2 spojio s vodom u nepostojanu ugljičnu kiselinu ($CO_2 + H_2O = H_2CO_3$).

V j e ž b e: Preokrenutu sifonsku bocu otvori, pa će kroz cijev, što siže do dna izlaziti CO_2, s kojim možeš napuniti otvorenu čašu i praviti pomenute pokuse. Zašto se sodna voda zapjeni kada se natoči u čašu.

+ **g) Ugljik-monoksid, CO.** Taj oksid ugljika postaje kod suhe destilacije drva i kamenog uglja. Kada veća naslaga uglja izgara na rešetki bez dovoljne promahe, postaje pored CO_2 i CO. Ako ugljik-dioksid prolazi kroz naslagu užarenog uglja, gubi on jedan atom svoga kisika i redukuje se na ugljik-monoksid:



$$CO_2 + C = 2\,CO.$$

Ugljik-monoksid je plin bez boje, ukusa i mirisa. Zapaljen izgara modrikastim plamenom i prelazi u ugljik-dioksid, $CO + O = CO_2$. Zato se i vidi iznad žeravice na ognjištima modrikasti plamičak, što se pojavljuje uvijek kad sagorijeva ugljik-monoksid.

Metalnim oksidima (rudama) može ugljik-monoksid kod povišene temperature oduzeti kisik. To se njegovo svojstvo i iskorišćava, te se s pomoću CO redukuju rude željeza i drugih metala da se dobiju sami slobodni metali.

Ugljik-monoksid je vrlo otrovan. Udišemo li ga, prouzrokuje najprije glavobolju, zatim nesvijest i konačno smrt. Do otrovanja sa CO dolazi, ako u pećima, koje ložimo ugljem, nema dovoljne promahe. Kako u rasvjetnom plinu ima redovno ugljik-monoksida, događaju se često otrovanja i s njim, ako zbog neopreznosti ostane dovod plina otvoren.

Ako ga udišemo, veže se ugljik-monoksid na hemoglobin crvenih krvnih tjelešaca. Hemoglobin ima zadaću da veže udisani kisik iz pluće i da ga onda kao oksihemoglobin raznosi krvotokom po čitavom tijelu. Hemoglobin ima svojstvo da se veže u stalan spoj s ugljik-monoksidom i nakon toga izgubi sposobnost da prima disanjem kisik iz uzduha, zbog čega onda nastupa smrt.

V j e ž b e: 1) U kojem je uteznom omjeru ugljik spojen s kisikom u ugljik-monoksidu i ugljik-dioksidu? 2) Koji osnovni hemijski zakon dolazi tu do izražaja?

+ **h) Karbidi.** Spojevi elemenata s ugljikom zovu se k a r b i d i. Najvažniji je kalcijum-karbid koji se dobije žarenjem živoga vapna i koksa u električnim pećima:



$$CaO + 3\,C = CaC_2 + CO.$$

Kalcijum-karbid daje s vodom plin, a c e t i l e n (C_2H_2), koji izgara vrlo vrućim plamenom, pa se upotrebljava za autogeno svarivanje metala i za rasvjetu.

A l u m i n i j u m - k a r b i d razvija s vodom metan (CH_4).

+ **i) Rasvjeta.** Za osvjetljenje upotrebljavao je čovjek najprije drvo, ulje i masti. Poslije dođoše u upotrebu svijeće i petroleum. Znatan je napredak učinjen kada su za osvjetljenje uvedeni rasvjetni plin i elekrično svijetlo.

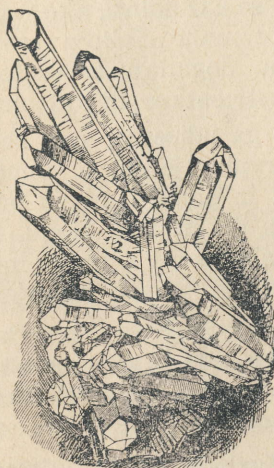
Rasvjetni plin što se dobiva suhom destilacijom kamenog uglja izgara bezbojnim plamenom. Utakne li se u takav plamen A u e r o v a m r e ž a, priređena od teško taljivih metalnih oksida, c e r a i t o r i j u m a, užare se ti oksidi i zasvijetle žarkim svijetlom. Auerova se mrežica pravi tako da se od pamuka ispleteni tuljak najprije umoči u smjesu od 99 dijelova torijum-nitrata i jednog dijela cer-nitrata, a onda osuši. Žarenjem prijeđu nitrati u okside tih metala (ThO_2 i CeO_2).

Plinovi i sve one materije, koje se zagrijavanjem lako ispare ili u plinovite proizvode razgrade, gore p l a m e n o m. Na

plinskom plamenu i plamenu svijeće razlikujemo tri dijela, i to prozračnu jezgru koja se zbog toga čini tamnom, svijetli dio i plavičasti plašt (sl. 67). Prozračna jezgra najmanje je topla, jer tamo nema izgaranja. Zato se glavica žigice, zaronjena naglo u jezgru plamena, neće zapaliti. U svijetlom dijelu žare če-



Sl. 67. Plamen svijeće sastoji se od prozračne jezgre, koju obavija svijetli dio plamena. Čitav plamen obavijen je izvana plavičastim jedva vidljivim plaštem.



Sl. 68. Kristali kremena. Plohe šesterostrane prizme heksagonskog sistema horizontalno su isprutane.

stice ugljika (čađ), a samo u vanjskom plaštu dolazi do potpunog sagorijevanja. Taj dio i vrh plamena je najvrući.

V j e ž b e: Karton papira ili vrlo tanku drvenu daščicu uroni okomito kroz sredinu plamena svijeće ili još bolje kroz sredinu plamena plinskog plamenika. Nakon par sekunda na izvađenom se papiru ili daščici jasno vidi konačni obris plamena, a sredina je bijela. Plamen, presječen horizontalno položenim papirom, napravi kružni obris svoga plašta na kartonu. Zašto? Metalna se ploča, unesena u plamen svijeće, očađi. Zašto?

2. Silicijum, Si = 28,06

a) **Dobivanje i svojstvo silicijuma.** Silicijum je iza kisika najrašireniji elemenat. U kori zemaljskoj ima ga oko 26%. U prirodi nalazi se samo u spojevima, i to ponajviše u kremenu i silikatima.

Silicijum se dobije iz kremena (SiO_2), ako žarimo njegov prah u smjesi s magnezijem: $SiO_2 + 2Mg = 2MgO + Si$. Magnezijum redukuje kremen (silicijum-dioksid), i tako dobivamo elementarni silicijum.

Silicijum poznamo u d v i j e a l o t r o p s k e m o d i f i k a c i j e, i to kao a m o r f n i i k r i s t a l n i s i l i c i j u m. Kristalizovani silicijum otporniji je prema svakom hemijskom utjecaju od amorfnoga. Amorfni silicijum, žaren na uzduhu, sagori svijetlim plamenom u silicijum-dioksid, SiO_2. On se rastvara u fluorovodičnoj kiselini, a s metalima se spaja u s i l i c i d e. Silicijum je četverovalentan kao i ugljik.

S i l i c i j u m - d i o k s i d, SiO_2, spoj je silicijuma i kisika. Nalazi se u prirodi u rudi kremenu i opalu.

b) **Kremen ili kvarc.** To je najraširenija ruda u prirodi. Sam za sebe izgrađuje čitave naslage, a osim toga je sastavni dio mnogoga kamena (na pr. granita). K r e m e n i p i j e s a k nastao je trošenjem ovakova kamenja. Veće zaobljene kremene valutice zovu se k r e m e n i š l j u n a k. Kada se mineralnim vezivom slijepe kremena zrna, nastaje pješčano kamenje ili p j e š č e n j a c i.

Tvrdoća kremena je 7, a specifična mu je težina oko 2,65.

U šupljinama i pukotinama kamenja mogu se naći često lijepo razvijeni kristali kremena. Kremen se kristalizuje heksagonski, obično u šesterostranim prizmama koje na krajevima završuju piramidom (sl. 68). Na kristalima se kremena vidi kako su plohe prizme horizontalno isprutane. Kremen se javlja također i u zrnatim i gustim nakupinama, a često se srastu po dva kristala i tvore k r e m e n s k e s r a s l a c e.

Kristalni kvarc javlja se u više odlika. U prirodi dolazi potpuno bezbojan i proziran, no ima ga i različito obojena. Boja mu potječe od tuđih primjesa. Prema njihovoj boji nazivamo ih različnim imenom: bezbojne i prozirne kristale zovemo p r o z i r c i m a, ljubičaste a m e t i s t i m a, žute c i t r i n i m a, crne č a đ a v c i m a. Zrnate i proste su odlike kremena: m l i j e č n j a k, koji je bijel i neproziran, p r a z e m je zelen, r u ž i č n j a k je ružičast, s a f i r n i k r e m e n je modar, a a v a n t u r i n i svjetlucaju različno obojenim iskricama. M a č j e o k o je zrnati kremen koji se prelijeva zelenkasto sivo kad se pupčasto izbrusi, a t i g r o v o je o k o zrnati kremen koji se izbrušen prelijeva iz smeđe u modru boju.

Među guste kremene ubrajamo: k a l c e d o n e koji su providni i razno bojadisani. Kao krv crvene kalcedone zovemo k a r n e o l i m a, jasno zelene boje je h r i z o p r a s, tamno zelen s crvenim pjegama je h e l i o t r o p. Kalcedone, koji su sastavljeni od različno bojadisanih sitnih slojeva, zovemo a h a t i m a. Među guste vrste kremena idu još b j e l u t a k,

kresivac, jaspis i kremeni škriljevac. Lidit, koji upotrebljavaju zlatari za raspoznavanje zlata, tamna je vrsta kremena škriljevca.

Kremen je za čovjeka vrlo važna ruda. U doba, kada čovjek nije poznavao metala, služio mu je kremen za oruđe. Kremeni pijesak upotrebljava se danas za priređivanje stakla, porculana, morta, itd. Neke vrste kremena služe kao drago i uresno kamenje. Od kremena prave optičke leće, ahatne tarionice, fine utege i dr.

Kod temperature od 2000° C (u električnim pećima ili plamenu praskavca) kremen se tali i prelazi u amorfnu talinu kremeno staklo. Od njega se prave lončići, cijevi i druge posude koje se upotrebljavaju mjesto platinskih zdjelica. Kremeno staklo podnosi vrlo visoku temperaturu. Posude od kremenog stakla podnose naglu promjenu temperature. Užaren lončić ne puca, ako se stavi u hladnu vodu.

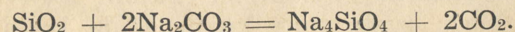
c) **Opal.** To je amorfna ruda, a hemijski mu je sastav $SiO_2 . xH_2O$, dakle silicijum-dioksid s različitom količinom vode. Opal se javlja u bubrežastim i grozdastim oblicima. Nastaje trošenjem silikatnog kamenja, a često i od ljušturica mikroskopskih biljaka (kremenjašica).

Neki su opali bezbojni, a neki različito bojadisani. Dragi opal odlikuje se prekrasnim prelijevanjem boja. Vatreni opal pokazuje kao vatra crvenu boju, mliječni je opal prozračan i bijel kao mlijeko, voštani opal je žut kao vosak. Kremena zemlja ide također među opale, a nastala je nagomilavanjem oklopa i ljušturica kremenjašica i radiolarija.

Velikih kremenih naslaga ima u Čehoslovačkoj, a kod nas kraj Pakraca i kraj Paraćina. Upotrebljava se najviše u industriji stakla

d) **Kresivo.** Prije iznalaska žigica mnogo se palila vatra s pomoću kresiva. Pribor za kresanje sastojao se od ognjila, tj. polumjesečasta komadića čelika i komadića kremena kresivca. Udarcem čelika o kremen otkine se mrvica čelika koja se od trenja zažari i zapali. Iskra vrcne i padne na podmetnutu gubu ili komadić stare natučene krpice. Zatinjala guba dalje se raspiri.

e) **Kremene (silicijske) kiseline.** Kremeni pijesak (SiO_2) žarimo u smjesi sa četverostrukom količinom sode (Na_2CO_3) u lončiću od platine. Smjesa se rastali i izlučuje mjehuriće od CO_2. U lončiću zaostane staklasta materija, koju zovemo natrijum-silikat.

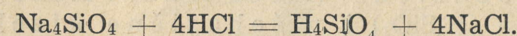


$$SiO_2 + 2Na_2CO_3 = Na_4SiO_4 + 2CO_2.$$

Ta supstancija lako se rastvara u vodi te se zove vodeno ili rastvorljivo staklo.

U rastvoru toga stakla namaču se drvo, papir i tkanine koje zbog toga postanu neupaljive (ne sagorijevaju plamenom). Iz smjese žeženog vapna, krede i vodenog stakla priređuje se maz (kit), a iz smjese vodenog stakla, pijeska i cementa izrađuje se vještačko kamenje.

Ako rastvoru vodena stakla dodamo sône kiseline, izlučiće se želatinozan talog ortokremene kiseline, H_4SiO_4:



$$Na_4SiO_4 + 4HCl = H_4SiO_4 + 4NaCl.$$

Ako sušimo ortokremenu kiselinu, gubi svaka njena molekula jednu molekulu vode i prelazi u metakremenu kiselinu, H_2SiO_3:



$$H_4SiO_4 - H_2O = H_2SiO_3.$$

Žarenjem taloga ortokremene kiseline otpuštaju se dvije molekule vode i kiselina se pretvara u silicijum-dioksid:



$$H_4SiO_4 - 2H_2O = SiO_2.$$

Oksidi koji se dobivaju oduzimajući vodu kiselinama nazivaju se anhidridi. Silicijum-dioksid je anhidrid kremene kiseline.

Kremenu kiselinu crpu biljke iz zemlje pa je ima osobito u lišću trava i preslica. Iz vodenog rastvora primaju tu kiselinu također i neke sitne alge kremenjašice. Izumiranjem tih alga nakupe se s vremenom čitave naslage njihovih oklopa pa tako nastaje zemlja kremenjača (tripalj).

Soli kremene kiseline zovu se silikati. Silikati dolaze kao sastavni dio mnogog kamenja. Djelovanjem vode i ugljične kiseline na takovo kamenje neki se silikati lako rastroše. Ugljična kiselina prisvoji sebi onaj metal na koji je bila vezana kremena kiselina, a ova oslobođena gubi s vremenom vodu, i konačno zaostaje kremen (SiO_2).

f) **Karborundum, SiC.** Elementarni silicijum ne može se dobiti iz kremena (SiO_2) redukcijom s ugljikom, jer se taj kod visoke temperature spoji sa silicijumom, i nastaje tada njegov karbid (SiC):



$$SiO_2 + 3C = SiC + 2CO.$$

Silicijum-karbid zove se također i karborundum, a odlikuje se velikom tvrdoćom, pa se upotrebljava za brušenje čeličnih noževa i glačanje nakitna kamenja.

+ *Pregled kiselina*

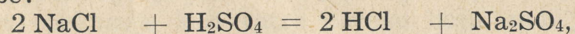
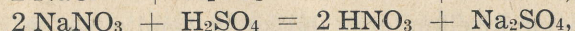
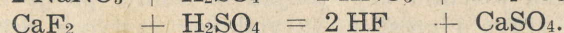
Dosada smo upoznali ove kiseline: HCl, HF, HNO_3, H_2SO_4, H_2CO_3, H_3PO_4, H_3AsO_3, H_3BO_3, H_4SiO_4 i H_2SiO_3.

Zajedničko je svojstvo kiselina da one sve sadrže v o d i k a, a taj se može zamjenjivati atomima prostih metala (zamjena ili supstitucija). Na taj način dobivamo soli, a vodik iz kiselina postaje slobodan.

Prema broju vodikovih atoma dijelimo kiseline na j e d n o b a z i č n e (HCl, HF i HNO_3), d v o b a z i č n e (H_2SO_4, H_2CO_3, H_2SiO_3), t r o b a z i č n e (H_3PO_4, H_3BO_3 i H_3AsO_3), č e t v e r o b a z i č n e (H_4SiO_4) i v i š e b a z i č n e k i s e l i n e.

Kiseline su dakle toliko bazične koliko u njima ima vodikovih atoma. Atom jednovalentnog metala (Na, K) može da zamijeni u kiselini samo jedan vodikov atom. Višebazične kiseline čine toliko vrsta soli koliko imaju vodikovih atoma.

Mnoge kiseline mogu se dobiti iz njihovih soli, ako te prelijemo sa sumpornom kiselinom i smjesu zagrijemo. Hemijski proces u svakom slučaju teče u istom smislu. Sumporna kiselina preuzima atome dotičnih metala i s njima se spaja u sulfate, a njen vodik s ostatkom daje kiseline koje se obično lako isparavaju i na taj način lako odijele. Hemijske procese kod dobivanja HCl, HNO_3 i HF iz njihovih soli prikazuju slijedeće jednadžbe:


$$2\,NaCl + H_2SO_4 = 2\,HCl + Na_2SO_4,$$

$$2\,NaNO_3 + H_2SO_4 = 2\,HNO_3 + Na_2SO_4,$$

$$CaF_2 + H_2SO_4 = 2\,HF + CaSO_4.$$

V j e ž b e: 1) Napiši kalijske i kalcijske soli fosforne kiseline! Koliko ih ima i kako se zovu? 2) Napiši natrijske i kalcijske soli ugljične kiseline! 3) Izračunaj prema postavljenoj jednadžbi koliko treba uzeti kuhinjske soli, a koliko sumporne kiseline, kod dobivanja hlorovodične kiseline.

IV. Najvažniji metali

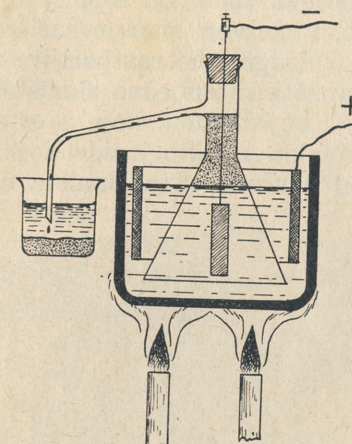
A) Alkalni metali

+ 1. Natrijum, Na = 23

a) **Dobivanje i svojstva natrijuma.** Natrijum se nalazi u prirodi samo u spojevima od kojih su najvažniji: k u h i n j s k a s ô, č i l s k a s a l i t r a, G l a u b e r o v a s ô i b o r a k s. Neke od tih spojeva crpu biljke iz tla kao hranu. Biljnom hranom i soljenjem jela dolaze onda spojevi natrijuma u čovječje i životinjsko tijelo.

Natrijum se d o b i j a elektrolizom natrijum-hidroksida (sl. 69) ili žarenjem natrijum-karbonata u smjesi sa ugljem u željeznim retortama. Ako elementarni natrijum izvadimo iz petroleuma, u kom se čuva, možemo ga nožem rezati. Na pre-

rezu pokazuje metalni sjaj, a taj uskoro nestaje. Natrijum je metal specifično lakši od vode (0,97) i kao vosak mekan. Na uzduhu se brzo oksiduje, te ga zbog njegova velika afiniteta prema kisiku čuvamo u teućinama koje ne sadrže kisika (petroleum). Upaljen sagori na uzduhu žutim plamenom u natrijum-oksid (Na_2O).



Sl. 69. Dobivanje natrijuma elektrolizom rastaljenog natrijum-hidroksida. Natrijum se izlučuje na negativnoj elektrodi ili katodi. Potpuno odijeljen od uzduha otječe postranom cijevi i hvata se u čaši pod petroleumom.

b) **Kuhinjska sô.** U prirodi dolazi kuhinjska sô u velikim naslagama pod imenom k a m e n a s ô. Najvažnija su n a l a z i š t a kod Vjeličke i Bohnije u Čehoslovačkoj, na više mjesta u Austriji, kod Štasfurta u Njemačkoj i u Rumunjskoj u istočnom dijelu Karpata. Osim toga nalazi se kuhinjska sô r a s t v o r e n a u morskoj vodi i mnogim slanim izvorima i jezerima.

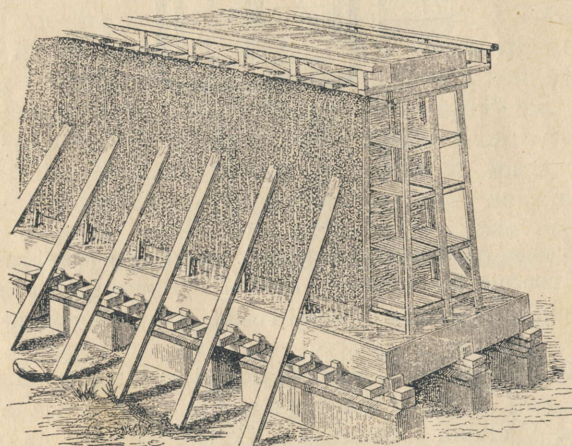
U m o r s k o j v o d i ima rastvorenih i drugih soli ukupno oko 3—4%, od čega oko tri četvrtine otpada na kuhinjsku sô. Količina soli u pojedinim morima zavisi o pritjecanju slatke vode. U zatvorenim morima i jezerima, iz kojih se više vode ispari, nego što rijekama pritječe, ima znatno veći postotak soli. Tako je u Mrtvom Moru ima 27%, u Karabugasu (zalivu Kaspijskog Mora) morska je voda zasićena kuhinjskom soli tako da se iz nje stalno taloži.

Ako voda, koja protječe kroz koru zemljinu, dođe do naslaga kamene soli, rastvara ih i može se pojaviti kao s l a n i i z v o r. Kod nas su takovi izvori kod Tuzle, Konjica i Slankamena.

Kuhinjska sô d o b i v a se na više načina:

U rudnicima kamene soli ona se kopa i lomi, i ako je dovoljno čista, odmah se šalje u trgovinu. Ako je onečišćena različnim primjesama, rastvara se u vodi, a bistar se rastvor grijanjem potom isparuje i dobiva se čista sô.

Mnogo se soli dobiva iz mora i slanih jezera. Na ravnim niskim obalama iskopaju se plitke jame, slaništa, u koja se napusti morska voda. Za toplih ljetnih dana voda se dosta brzo isparuje, i rastvor postane zasićen, pa se najprije iskristalizuje sadra i druge teže rastvorljive soli. Zatim se zaostali tekući dio napušta u susjedno slanište gdje se kristalizuje kuhinjska sô. U ocjedinama, koje zaostaju nakon kristalizacije soli, ima bromida i nešto jodida koji se također mogu posebno vaditi. Kod nas su važna slaništa na Pagu, u Stonu



Sl. 70. Kapalo za ugušćavanje izvorne slane vode.

na Pelješcu i Ulcinju i na drugim nekim mjestima gdje je obala niska i ravna.

U hladnim sjevernim krajevima napuštaju također vodu u plitka slaništa. U njima se najveći dio vode smrzne, a na dnu zaostane gusti rastvor soli, iz kojega se onda voda grijanjem isparuje.

Iz slane izvorne vode dobiva se sô tako da se slana voda napušta preko posebnih kapala, tj. preko naslaganog granja (sl. 70). Jedan se dio vode kapanjem ispari, a preostali se tako ugušćeni rastvor grijanjem do suha dalje isparuje.

Gdje su naslage kamene soli duboko pod zemljom, dolazi se do njih bušenjem, a u bušotine napušta se vode koja rastvara sô. Koncentrovan rastvor soli crpe se sisaljkama, pa se dalje iz njega so dobiva kao iz slane izvorne vode.

Kuhinjska je sô obično bijele boje, a kamena sô često je

obojadisana od primjesa. Kristalizuje se u teseralnom sistemu, a kala se smjerom ploha kocke. Tvrdoća i specifična težina je oko 2. Rastvara se gotovo jednako u toploj kao i u hladnoj vodi. Kuhinjska sô, koja je onečišćena sa kalcijum-hloridom i magnezijum-hloridom, na vlažnu se uzduhu nakvasi, jer su ti hloridi higroskopni, tj. navlače vlagu iz uzduha.

Kuhinjska je so vrlo važna za čovječji i životinjski organizam. Tom rudom solimo hranu, jer pospješuje probavu time, što izaziva jače izlučivanje probavnih sokova i omogućuje stvaranje sône kiseline što dolazi u želučanom soku. Ona vrši u tijelu i druge zadaće, te je ima i u krvi. Jedan čovjek potroši dnevno 10—20 g soli. Osim toga sô se upotrebljava za konzervovanje mesa (soljenje), a mnogo i u industriji za proizvodnju natrijskih spojeva. U trgovini dolazi kamena i morska sô. Dobro očišćena sô upotrebljava se za soljenje hrane, a manje čista namijenjena je u industrijske svrhe i za stoku.

+ **c) Ostali spojevi natrijuma:**

Natrijum-karbonat ili soda, Na_2CO_3. Sode ima u prirodi rastvorene u vodama mnogih jezera, a na nekim mjestima »iscvjeta« na površini zemlje.

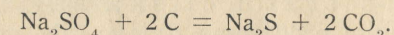
Prije se soda dobivala iz pepela morskih biljaka. No kako je njezina upotreba bivala sve veća, tražio se zgodniji i jeftiniji način proizvodnje. Poznata su dva postupka za dobivanje sode, i to jedan postupak po Leblanku, (Leblanc), a drugi po Solveju (Solvay).

Leblankov postupak: Smjesa kuhinjske soli i sumporne kiseline grije se, pa nastanu najprije natrijum-sulfat i sôna kiselina:



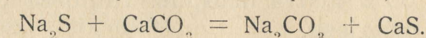
$$2\,NaCl + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2\,HCl.$$

Dalje se žari smjesa natrijum-sulfata s ugljem, i time se sulfat redukuje na sulfid:



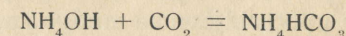
$$Na_2SO_4 + 2\,C = Na_2S + 2\,CO_2.$$

Konačno se žari natrijum-sulfid sa vapnencom, i tako nastane soda:



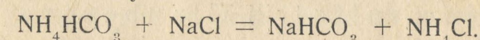
$$Na_2S + CaCO_3 = Na_2CO_3 + CaS.$$

Solvejev postupak: U amonijačnu vodu uvodi se CO_2, da se dobije amonijum-hidrokarbonat:



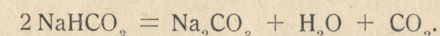
$$NH_4OH + CO_2 = NH_4HCO_3$$

Miješanjem amonijeva hidrokarbonata sa zasićenim rastvorom kuhinjske soli izluči se natrijum-hidrokarbonat:



$$NH_4HCO_3 + NaCl = NaHCO_3 + NH_4Cl.$$

Natrijum-hidrokarbonat otpušta zagrijavanjem ugljik-dioksid i prelazi u običnu sodu (normalni karbonat):



$$2\,NaHCO_3 = Na_2CO_3 + H_2O + CO_2.$$

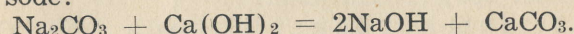
Danas se soda proizvodi više po Solvejevu postupku. Čista se soda kristalizuje u monoklinskom sistemu i veže

kod toga 10 molekula vode ($Na_2CO_3 + 10\ H_2O$). Ako je grijemo na 100° C, ona otpušta kristalnu vodu i prelazi u b e z v o d n u ili k a l c i n o v a n u s o d u.

Kristalna soda lako se rastvara u vodi. Upotrebljava se za pranje, a osobito se mnogo troši u industriji stakla i sapuna. Pronalaskom jeftinijeg načina dobivanja sode, te su industrije znatno napredovale.

Uvođenjem ugljik-dioksida u hladan rastvor sode izlučuje se n a t r i j u m-h i d r o k a r b o n a t ili s o d a b i k a r b o n a $NaHCO_3$. Ima je rastvorene u mnogim kiselicama. Zagrijavanjem otpušta ona CO_2 i prelazi u običnu sodu. Soda bikarbona upotrebljava se katkada kao prašak za probavu i za proizvodnju kiselkastih bezalkoholnih pića koja šume.

N a t r i j u m-h i d r o k s i d, NaOH. Djelovanjem natrijuma na vodu nastaje vodeni rastvor natrijum-hidroksida. Natrijum-hidroksid proizvodi se dodavanjem gašena vapna vrelom rastvoru sode:



$$Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 = 2NaOH + CaCO_3.$$

To je bijela čvrsta materija. Na uzduhu se razmoči, jer je vrlo higroskopna. Istodobno prima iz uzduha ugljik-dioksid, pa se s vremenom pretvori u natrijum-karbonat. Natrijum-hidroksid se u vodi lako rastvara, a rastvor se pri tom zagrije. U alkoholu se također rastvara, te se tako može odijeliti od karbonata i drugih stranih primjesa koje se u alkoholu ne rastvaraju.

Natrijum-hidroksid izjeda kožu, razgrađuje vunu, masti i mnoge druge organske materije. Upotrebljava se za dobivanje sapuna, a u ljekarstvu za ispaljivanje rana (lapis causticus). U trgovini dolazi čist u šipkama i nečist u komadima pod imenom l u ž n i k a m e n.

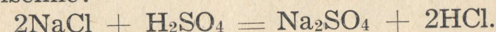
N a t r i j u m-n i t r a t ili č i l s k a s a l i t r a, $NaNO_3$, nalazi se u pustinjskim predjelima države Čile, gdje je ima u naslagama od 1½ do 2 metra debljine. Tamo se kopa i čisti kristalizacijom od primjesa.

Drži se da su naslage čilske salitre nastale truljenjem (mineralizacijom) propalih biljnih i životinjskih organizama.

Čilska salitra upotrebljava se mnogo kao azotno vještačko gnojivo, za proizvodnju kalijeve salitre, azotne kiseline i za konzervovanje mesa.

N a t r i j u m-s u l f a t ili G l a u b e r o v a sô, $Na_2SO_4 + 10H_2O$, nalazi se rastvorena u morskoj soli.

Proizvodi se naveliko grijanjem smjese kuhinjske soli i sumporne kiseline:



$$2NaCl + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2HCl.$$

Grijemo li kristalnu Glauberovu sô iznad 33° C, ona gubi kristalnu vodu i konačno zaostane bezvodni natrijum-sulfat.

Upotrebljava se u industriji stakla, za priređivanje sode i u ljekarstvu.

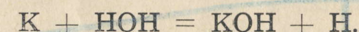
V j e ž b a: 1) Komadić kristalne sode položimo na vruću ploču od štednjaka. Čvrsta soda se rastopi i prijeđe u tekuću kapljicu iz koje se ispari uskoro sva voda. Tako smo istjerali iz sode svu kristalnu vodu, a na ploči je zaostao bijeli prašak bezvodne (kalcinovane) sode. 2) Proračunaj iz formule za kristalnu sodu ($Na_2CO_3 + 10H_2O = 286$) koliko procenata sadrži vode ($10H_2O = 180$). 3) Za koliko kristalna soda mora biti jeftinija od kalcinovane? 4) Istakni razliku između sode i natrijum-hidroksida (lužnog kamena).

2. Kalijum, K = 39,1

Kalijum se nalazi u prirodi samo u spojevima, od kojih su najvažniji s i l v i n, KCl, k a r n a l i t, $MgCl_2 . KCl. 6H_2O$, i k a i n i t, KCl. $MgSO_4$. Te rude nalazimo uz naslage kamene soli. Kalijuma ima vezana i u mnogim glinencima.

K a l i j u m-h l o r i d, KCl, nalazi se kao ruda s i l v i n u velikim količinama u Štasfurtu, gdje prekriva naslage kamene soli. Silvin se upotrebljava za proizvođenje kalijevih spojeva i kao vještačko gnojivo.

Kalijum se dobiva elektrolizom staljenog kalijum-hidroksida ili kalijum-klorida, a može se dobiti i destilacijom smjese p o t a š e, K_2CO_3, sa ugljem u željeznim retortama. Po svojstvima je kalijum sasvim srodan natrijumu. I kalijum je mekan, na prerezu je sjajan metal koji se na uzduhu brzo oksiduje, zbog čega se kao i natrijum mora potopljen čuvati u petroleumu. Specifična mu je težina 0,87. Na vodu djeluje još jače nego natrijum. Kalijum razgrađuje vodu brzo, a oslobođeni vodik zapali se i izgara ljubičastim plamenom; pri tom nastaje kalijum-hidroksid:



$$K + HOH = KOH + H.$$

a) Spojevi kalijuma:

K a l i j u m - k a r b o n a t, p o t a š a, K_2CO_3, glavna je sastojina pepela kopnenog bilja. Prije se potaša dobivala iz pepela, a danas je možemo naveliko proizvoditi iz rude silvina istim načinom po L e b l a n k u kao i sodu iz kuhinjske soli.

Potaša se lako rastvara u vodi, a rastvor je lužnat i najeda kožu. Upotrebljava se kao i soda za priređivanje sapuna i fabrikaciju stakla.

K a l i j u m-h i d r o k s i d, KOH. Kad razgrađujemo vodu s pomoću kalijuma nastaje vodeni rastvor kalijum-hidroksida koji zovemo i k a l i j s k a l u ž i n a. Naveliko se proizvodi elektrolizom kalijum-hlorida. Ima svojstva kao i natrijum-hidroksid. Kalijum-hidroksid jako nagriza kožu, u vodi se lakše

rastvara nego natrijum-hidroksid. Upotrebljava se za priređivanje mazivih sapuna. Kalijum-hidroksid, manje se troši od NaOH jer je KOH mnogo skuplji. U trgovini dolazi, kao i natrijum-hidroksid, u šipkama i komadima.

K a l i j u m - j o d i d, KJ, i k a l i j u m - b r o m i d, KBr, soli su koje se upotrebljavaju u fotografiji, a KBr osim toga i u ljekarstvu.

K a l i j u m - h l o r a t, $KClO_3$, postaje uvođenjem hlora u topli gusti rastvor kalijske lužine. To je bijela sô koja se kristalizuje u obliku listića, a lako otpušta kisik i djeluje oksidaciono. Ako oprezno izmiješamo u zdjelici nešto praha od $KClO_3$ i stučena šećera te dodamo smjesi kap sumporne kiseline, smjesa će se naglo zapaliti.

Sa lako upaljivim materijama daje kalijum-klorat eksplozivne smjese koje se mogu zapaliti već od samog trenja. Stoga se kalijum-klorat upotrebljava u pirotehnici i priređivanju švedskih žigica, a služi i u medicini (za ispiranje usta i grla).

K a l i j u m - n i t r a t ili o b i č n a s a l i t r a, KNO_3, nastaje u prirodi tamo gdje se raspadaju azotne organske materije uz prisutnost kalijskih spojeva. Raspadanjem nastala azotna kiselina veže kalijum iz njegovih spojeva. Obična salitra dobiva se naveliko iz silvina s pomoću čilske salitre. ($NaNO_3 + KCl = NaCl + KNO_3$).

Salitra se kristalizuje heksagonski, a rastvara se osobito lako u vrućoj vodi. Zagrijavanjem otpušta salitra kisik koji djeluje oksidaciono. Rastalimo li u zdjelici nešto salitre i dodamo li malo sumpora ili uglja, on će sagorjeti jakim plamenom. Na osnovi toga oksidacionog svojstva upotrebljava se salitra za priređivanje crnog baruta i općenito kao oksidaciono sredstvo u pirotehnici.

V j e ž b e: 1) Izluži vodom nešto drvena pepela i ispitaj crvenim lakmusom kakvu reakciju pokazuje rastvor. 2) Stavi u čašu nešto pepela i izlij na njega nešto razrijeđene sone kiseline; uz šum razvija se ugljik-dioksid.

b) **Crni barut.** Ako oprezno pomiješamo 6 dijelova salitre, 1 dio sumpora i 1 dio smrvljena drvena uglja, dobije se smjesa koja zapaljena za čas izgori.

Crni puščani barut jednolična je smjesa od 75% salitre, 13% uglja i 12% sumpora. No prema svrsi (na pr. barut za lomljenje stijena) ovaj se omjer sastojina mijenja. Kod priređivanja baruta svaka se sastojina najprije zasebno fino samelje. Uzima se šipkast sumpor, a ne sumporni cvijet. Najbolji je ugalj dobiven iz topolova i johova drveta. Usitnjene sastojine oprezno se izmiješaju, a onda se dodavanjem vode zamijese u tijesto. Tijesto se u posebnim spravama izmrvi u sitno zrnje. Ovako se dobiveni barut suši s pomoću uzdušne struje i konačno ulašti (polira) grafitom.

Djelovanje baruta osniva se na tom, što iz malog volumena praha nastaje njegovim časovitim sagorijevanjem velika množina plinova koji imaju u malom prostoru uz visoku temperaturu (do 2000° C) veliki pritisak. Zbog naglog rastezanja (velike ekspanzije) tih plinova izbacuje njihova snaga metak iz puške.

Hemijski proces kod eksplozije baruta možemo približno prikazati ovom hemijskom jednadžbom:



$$S + 2KNO_3 + 3C = K_2S + N_2 + 3CO_2.$$

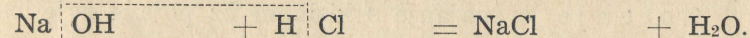
Otkad je pronađen način priređivanja b e z d i m n o g (bijelog) b a r u t a, smanjila se mnogo upotreba crnog baruta.

Lužine ili baze

Uzmi na jezik nešto vrlo razrijeđenog rastvora natrijum-hidroksida (1 g na 1 litru vode). Ukus što ga pri tom osjećaš nazivamo l u ž n a t i m ili b a z i č n i m. Rastari nešto toga rastvora među prstima. Opip je mastan. Ulij u rastvor nekoliko kapljica crvene lakmusove boje, ili umoči otsječak crvena lakmus-papira. Crvena boja obrati se u modru. Sve rastvore s ovakovim svojstvima nazivamo l u ž i n a m a ili b a z a m a. Po hemijskom sastavu lužine su obično spojevi nekih metala s grupom — OH (hidroksilom).

U rastvor natrijum-hidroksida, koju si omodrio lakmusom, dolijevaj pomalo sône kiseline i miješaj. Doklegod ima u tekućini suviška lužine, rastvor je modar. U određenu času modra boja prelazi u ljubičastu. U rastvoru nema više lužine, ali ni k i s e l i n e; on je n e u t r a l a n. U tom stanju dosta je još jedna kap kiseline, da se sva tekućina prometne u crveno, ili jedna kap lužine, da se obrati u modro.

Između lužine i kiseline izvršilo se hemijsko djelovanje:

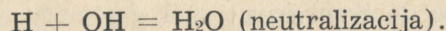


$$Na\,|\,OH + H\,|\,Cl = NaCl + H_2O.$$

U ovom slučaju iz natrijske lužine i hlorovodične kiseline nastala je kuhinjska sô, ali ako miješamo druge kiseline i lužine, nastaju nove raznovrsne soli.

Reakcija teče uvijek u istom smislu, da se od vodika (H), koji dolazi uvijek u kiselinama, i hidroksila (OH) lužine načini voda, a ostaci na jednoj i drugoj strani tvore soli. Sam proces zove se n e u t r a l i z a c i j a.

Kod neutralizacije bilo koje baze i kiseline zbiva se uvijek ovaj proces:



$$H + OH = H_2O \text{ (neutralizacija).}$$

Istakli smo da vodeni rastvor amonijaka (amonijačna voda) obraća crvenu boju lakmusovu na modro. Amonijačna voda ima dakle slična svojstva kao i rastvor hidroksida alkalnih metala. Smatra se da kod uvođenja amonijaka (NH_3) u vodu H_2O) nastane spoj NH_4OH. Formula toga spoja sadrži hidroksilnu grupu kao što dolazi i u NaOH i KOH. Razlika u građi ovih spojeva je samo u tom što mjesto simbola Na ili K stoji grupa atoma — NH_4. Ta grupa atoma zove se a m o n i j u m i ne može sama za sebe da postoji nego se spaja sa ostacima kiselina u amonijske soli. Spoj NH_4OH nazivamo a m o n i j u m-h i d r o k s i d.

Sve lužine odlikuju se time što u svojim molekulama sadrže h i d r o k s i l n u (OH) g r u p u vezanu na atome nekih metala ili uz amonijumnu (— NH_4) grupu.

V j e ž b e: 1) Koliko možeš dobiti različitih soli, ako izmjenično neutralizuješ lužine NaOH, KOH i NH_4OH sa HCl i H_2SO_4? 2) Prikaži to hemijskim jednadžbama!

+ Pregled osnovnih hemijskih pojmova i zakona

E l e m e n a t je materija koja se hemijskim putem ne može rastaviti na jednostavnije sastojine.

S p o j je materija koja se dade hemijskim putem rastaviti na dvije ili više jednostavnih sastojina.

S m j e s a je takova mješavina od dvije ili više sastojina, da se one običnim putem dadu lako rastaviti jedna od druge.

A n a l i z a je hemijsko razlaganje spoja na njegove sastojine.

S i n t e z a je hemijsko sastavljanje dva ili više elemenata u spoj.

O k s i d a c i j a je spajanje s kisikom.

G o r e n j e je spajanje s kisikom uz pojave svjetlosti i topline.

R e d u k c i j a je oduzimanje kisika nekoj materiji.

S u b l i m a c i j a je neposredno prelaženje plina i pare u čvrsto stanje .

M o l e k u l e su najsitnije čestice materije koje još imaju sva svojstva kao i poveći komadi iste materije.

A t o m i su čestice od kojih su izgrađene molekule.

A t o m s k a t e ž i n a je broj koji kazuje koliko je puta atom neke materije teži od jednog atoma vodika.

M o l e k u l s k a t e ž i n a je relativni broj koji kazuje koliko je puta molekula neke materije teža od jednog vodikova atoma. Molekulsku težinu spoja dobijemo zbrajanjem atomskih težina pojedinih atoma svih elemenata što dolaze vezani u molekuli.

A f i n i t e t je sila koja drži i zajedno povezuje atome u molekuli.

V a l e n c i j a je sposobnost atoma pojedinih elemenata da se mogu vezati s jednim, dva ili više vodikovih atoma.

S i m b o l i elemenata su njihove kratke oznake.

K i s e l i n e su oni spojevi vodika u kojima se vodik može zamijeniti metalima. One su kisela ukusa i obraćaju modru lakmusovu boju na crveno.

B a z e su spojevi natrijuma, kalijuma, amonijuma i kalcijuma sa hidroksilom. One su lužnata ukusa i obraćaju crvenu lakmusovu boju na modro.

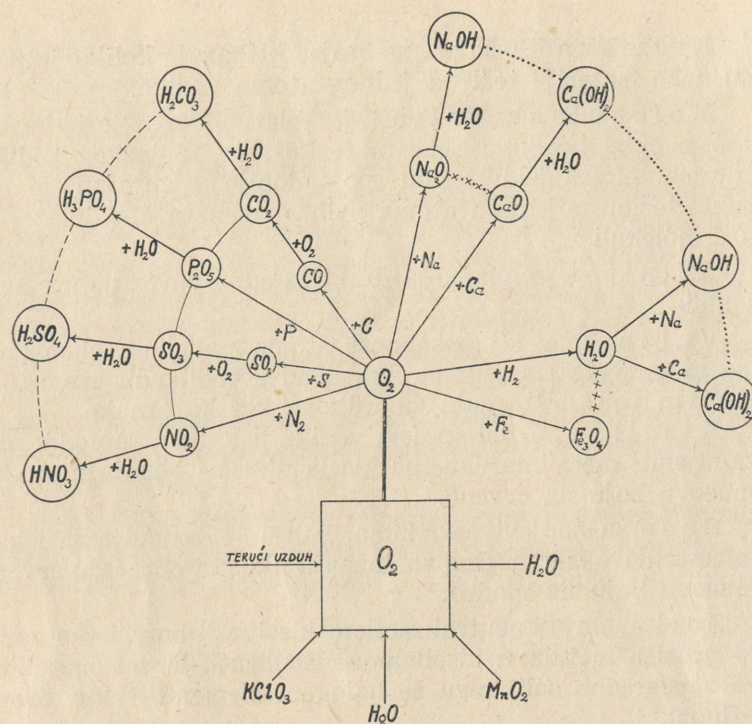
S o l i nastaju neutralizacijom kiselina i baza i rastvaranjem prostih metala u kiselinama. Elementi, koji s metalima tvore neposredno soli, zovu se halogeni elementi (hlor, brom, jod, fluor).

O s n o v n i h e m i j s k i z a k o n i: I. Zakon o neuništivosti i vječnosti materije. II. Zakon o spajanju elemenata u jednostavnim i stalnim uteznim omjerima. III. Zakon o spajanju po višekratnim uteznim razmjerima. IV. Zakon za spajanje plinova po određenim omjerima obujma.

+ Osvrt na postanak temeljnih spojeva

Dosada smo upoznali da se kisik jednako lako spaja s metaloidima i metalima. O k s i d e koje time dobivamo možemo podijeliti na k i s e l e, b a z i č n e i n e u t r a l n e. Kiseli oksidi daju s vodom k i s e l i n e, a bazični se također rastvaraju u vodi, i tako nastaju l u ž i n e. Neutralizacijom kiselina i lužina dobivamo s o l i. Prema tomu oksidi su vrlo važni za upoznavanje i dobivanje temeljnih hemijskih spojeva: kiselina lužina i soli. Na slici 71 prikazano je pregledno dobivanje kisika i postanak važnijih oksida, kiselina i lužina.

V j e ž b e: 1) Prikaži hemijskim jednadžbama promjene koje vode od natrijuma do njegove baze. 2) Prikaži hemijskim jednadžbama procese koji vode od sumpora do sumporne kiseline. 3) Na koje sve načine možemo dobiti natrijum-hlorid. Odgovor: Rastvaranjem Na u hlorovodičnoj kiselini, neutralizacijom (NaOH + HCl) i neposrednim spajanjem natrijuma sa hlorom. Prikaži to hemijskim jednadžbama.



Sl. 71. Dobivanje kisika, različitih oksida, kiselina i baza. Čist kisik možemo dobiti iz: H_2O, MnO_2, HgO, $KClO_3$ i tekućeg uzduha.

Metaloidi azot, sumpor, fosfor i ugljik spajaju se s kisikom i tako nastaju kiseli oksidi: NO_2, SO_3, P_2O_5 i CO_2, koji s vodom daju kiseline: HNO_3, H_2SO_4, H_3PO_4 i H_2CO_3.

Metali natrijum i kalcijum sjedinjavaju se s kisikom u bazične okside: Na_2O i CaO, koji s vodom daju baze: NaOH i $Ca(OH)_2$. Te baze nastaju i na taj način da elementarni Na i Ca djeluju na vodu.

Neki elementi, kao vodik i željezo, kada se spoje s kisikom, daju neutralne okside: H_2O i Fe_3O_4.

Drugi dio (IV razred)

B) *Metali kalcijske grupe*

1. Kalcijum, Ca = 40,08

a) **Dobivanje i svojstva kalcijuma.** Kalcijum je u prirodi vrlo raširen, no dolazi samo u spojevima, od kojih su najvažniji vapnenac, dolomit, sadra i apatit.

Kalcijum se dobiva elektrolizom kalcijum-hlorida. Kalcijum je sjajan metal, bijele boje, a specifična težina mu je 1,52 Na uzduhu se oksiduje, a vodu rastvara kod obične temperature:



$$Ca + 2HOH = Ca(OH)_2 + H_2$$

Zagrijan kalcijum zapali se na uzduhu i izgara narančastim plamenom na kalcijum-oksid, CaO.

b) **Vapnenac i njegove odlike.** Kalcijum-karbonat, vapnenac ili kalcit, $CaCO_3$, najrašireniji je kalcijski spoj. Izgrađuje čitave bregove i gorja. Kalcijum-karbonata ima također u kostima životinja. Od njega su izgrađene ljupine ptičjih jaja i kućice puževa, oklopi školjaka i mnogih drugih sitnih životinja.

Na nekim mjestima nalaze se u pukotinama kamenja prozirni staklasti kristali čistog kalcita koji su prozvani po svome najbogatijem nalazištu Islandu islandski dvolomci. Ti su kristali romboedri (heksagonskog sistema), omeđeni sa 6 jednakih romba, a imaju 12 jednakih bridova i 8 uglova. Ime dvolomac potječe otuda, što se predmeti kroz takav kristal vide dvostruko, jer se zraka svjetlosti, koja dolazi od predmeta, rastavi u kristalu na dvije zrake (sl. 72).



Sl. 72. Islandski dvolomac.

Vapnence, koji sastoje od krupnog zrnja, što se i prostim okom razabire, nazivamo mramori. Mramori su bijeli ili različito obojadisani, a dadu se lijepo brusiti i obrađivati. Među najglasovitije mramore ide kararski mramor (iz Karare u Italiji) i mramor sa otoka Parosa u grčkom arhipelagu. I kod nas ima na više mjesta različito bojadisanih mramora. Tako su na glasu bijeli krupnokristalasti mramori sa Pohorja u Slovenačkoj, »Venčac mramor« od Aranđelovca, mramor od Prilepa i mramori iz Prosare planine u Bosni.

Često nalazimo vapnence u kojima se razabiraju kućice i oklopi puževa i školjaka i drugih izumrlih životinjica koje su nekada živjele u moru. Propadanjem njihova organskog tijela preostali oklopi i skeleti slagali su se na dnu i izgradili velike naslage vapnenca.

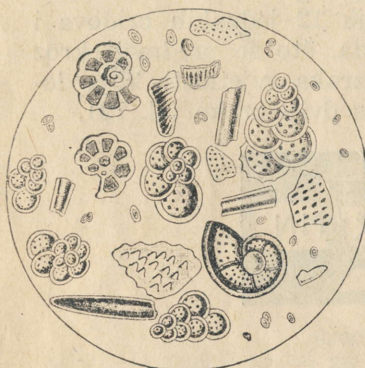
U prašku krede, koja je amorfan vapnenac, vidi se pod mikroskopom bezbroj sitnih ljuštura izumrlih životinjica, foraminifera (sl. 73).

Vapnenac, sa dosta primiješane gline, zove se lapor ili tupina. Od njega se pravi cement.

Kalcijum-karbonat može biti od tuđih primjesa različno bojadisan. Ima tvrdoću 3 i dade se nožem parati, te se po tom

razlikuje od kremena kojemu je po vanjštini katkada vrlo sličan.

Vapnenac se ne rastvara u čistoj vodi, ali se rastvara u vodi koja ima apsorbovanog CO_2, jer se njegovim utjecajem

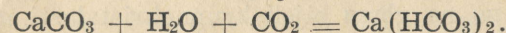


Sl. 73. U prašku krede pod mikroskopom razabiraju se kućice puževa i vapnenačni oklopi izumrlih foraminifera.



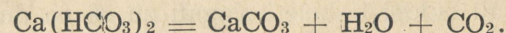
Sl. 74. Budina Pećina kod Studenaca u Lici. (Piškurova izba po fotog. prof. Z. Rosandića).

pretvara normalni kalcijum-karbonat u kalcijum-hidrokarbonat koji je u vodi lakše rastvorljiv.



$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 = Ca(HCO_3)_2.$$

Ako kuhamo običnu pitku vodu, ona će se zamutiti, i na dno posude pašće bijel talog. Zagrijavanjem tvrde vode oslobodi se polovaca vezanog CO_2 iz kalcijum-hidrokarbonata i time se on promijeni i prijeđe u nerastvorljivi normalni karbonat:



$$Ca(HCO_3)_2 = CaCO_3 + H_2O + CO_2.$$

U prirodi se također odigravaju takove promjene da se rastvoreni kalcijum-hidrokarbonat pretvara u obični vapnenac. Kad voda prolazi kroz zemlju, naročito u vapnenom gorju, može da rastvori na svom putu s pomoću CO_2 dosta kalcijum-karbonata. Dospije li ovakova voda do spilja i pećina, ona kapa sa njihovih svodova i otpušta jedan dio CO_2 koji je vezan u hidrokarbonatu, pa se izlučuje nerastvorljivi vapnenac. Ovim izlučivanjem stvaraju se s vremenom u spiljama ozgo i ozdo

oduljeni tanji ili deblji komadi koje nazivamo s i g e. Lijepih siga ima u Postojnskoj spilji, zatim kod nas u Samogradskoj spilji kod Parušića i u spilji Vjetrenici u Hercegovini. Sige koje vise s pećinskog tavana zovu se s t a l a k t i t i, a one što se razviju odozdo zovu se s t a l a g m i t i. Na našoj slici 74 prikazane su sige (lijepo razvijeni stalaktiti) Budine pećine u Lici.

Oko izvora hladnih tvrdih voda često je zemljište prekriveno korom vapnenca koji se izlučio oslobađanjem CO_2 iz hidrokarbonata. Ovo oslobađanje ugljik-dioksida pomažu i sitne biljke koje rastu u vodi (alge). One oduzimlju rastvorenom hidrokarbonatu CO_2, a obični istaloženi vapnenac se naslaže oko njih i oko drugog materijala u vodi praveći oko njih vapnenački obljep.

Rijeke, koje izviru u vapnenu gorju i koje iz njega dobivaju pritoke, talože ovakovim slaganjem u svojim koritima spužvaste šupljikave naslage s e d r e ili b i g a r a. Veće naslage sedre nastaju kod vodopada, gdje voda rasprskavanjem u sitne kapljice otpušta jedan dio vezanog ugljik-dioksida. Takove tvorevine nazivaju se v a p n e n i m a č a k ili v a p n e n e c j e d i n e. Glasovita je tvrda sedra t r a v e r t i n, kraj Rima, koja od davnina služi kao građevni materijal. Kod nas je ima kod Jajca u Vrbaskoj banovini.

Obični vapnenac upotrebljava se kao građevni kamen i za paljenje živog vapna, dvolomac za optičke aparate, mramor u graditeljstvu i kiparstvu, a lapor za litografsko kamenje (kamenopis, kamenotisak). Vapnenci služe i kao primjese kod istaljivanja nekih ruda, zatim u industriji sode i dr.

c) **Srezivanje i glačanje mramora.** Od mramornih komada izrežu se najprije ploče, a one se isklešu da im površina postane ravna. Da se dobiju potpuno glatke plohe, najprije se bruse i glade smirkom, a zatim stani-oksidom i sumpornim cvijetom. Glatke se površine konačno premažu smjesom voska i parafina, koji su rastvoreni u nešto terpentinskog ulja, i najzad dobro izglade vunenom krpom.

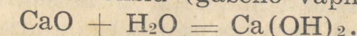
d) **Vapno.** K a l c i j u m-o k s i d, (živo vapno, živi kreč), CaO i k a l c i j u m-h i d r o k s i d (gašeno vapno, gašeni kreč), $Ca(OH)_2$.

Žarenjem raspada se vapnenac na kalcijum-oksid (živo vapno) i ugljik-dioksid:

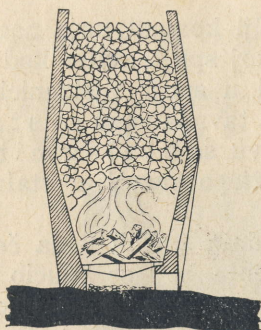


$$CaCO_3 = CaO + CO_2.$$

Ovo se žarenje vrši naveliko u posebnim p e ć i m a v a p n e n i c a m a (sl. 75). Živo je vapno bijela amorfna materija. Stoji li na uzduhu, privlači vodu (higroskopno je) i prelazi u bijeli prah, kalcijum-hidroksid (gašeno vapno) $Ca(OH)_2$:



$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2.$$

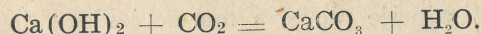


Sl. 75. Peć vapnenica u kojoj se žarenjem vapnenca dobiva živo vapno.

Gašeno vapno se priređuje prelijevanjem živog vapna sa vodom, a pri tom nastaje vapnena kaša. Temperatura se kod gašenja živoga vapna znatno povisi.

Dodaje li se vapnenoj kaši više vode, nastaje vapneno mlijeko koje služi za bijeljenje zidova. Procjeđivanjem (filtracijom) rijetkog vapnenog mlijeka kroz gusto cjedilo dobiva se bistra tekućina, vapnena voda, koja je lužnata ukusa.

e) **Mort i cement.** Mort, žbuka ili malter, smjesa je gašenog vapna s pijeskom. Njime se povezuje kamenje i opeke (cigle) u zidovima. Pijesak se primiješa zbog toga da se mort sušenjem previše ne stegne i da se samo gašeno vapno ne istisne pod težinom građevnog materijala. Otvrđivanje morta u zidovima vrši se postepeno. Kalcijum-hidroksid se kao nepostojan spoj uplivom CO_2 iz uzduha mijenja i prelazi u kalcijum-karbonat. Taj poveže zrnca pijeska i prelazi u kamen pješčenjak.



$$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O.$$

Otvrđivanje morta ubrzavamo tako da u novogradnjama sagorijevamo koks u željeznim košarama. Na taj način stvaraju se veće količine ugljik-dioksida.

Za gradnje pod vodom upotrebljava se hidraulički mort koji se proizvodi od cementa.

Cement je mineralan prašak koji se s vodom brzo stvrdne u čvrstu masu. Prirodnog cementa ima kod Napulja (pucuolan). Njega treba miješati s vapnom da u vodi otvrdne. Vještačke su vrste cementa roman-cement i portland-cement.

Roman-cement priređuje se žeženjem lapora ili tupine, u kojoj ima nešto gline, željezna oksida, pijeska i oko 70% kalcijum-karbonata, a portland-cement jačim žeženjem lapora ili smjese lapora i gline. Zatim se tako dobiveni i ohlađeni materijal sitno samelje u zelen prah koji može s vodom brzo očvrsnuti bez sudjelovanja CO_2.

Miješanjem cementa s pijeskom, šljunkom i vodom nastaje beton. Ako se zidovi od betona pojačaju umetanjem željeznih šibaka, postaje on mnogo čvršći i zove se armirani beton.

Iz smjese cementa i azbesta proizvodi se eternit koji služi za pokrivanje krovova.

f) Drugi spojevi kalcijuma:

Kalcijum-hlorid, $CaCl_2$, nastaje rastvaranjem kalcijum-karbonata u sônoj kiselini. Zagrijavanjem kristalnog kalcijum-hlorida postane on šupljikav i gubi svoju kristalnu vodu. Bezvodni je kalcijum-hlorid jako higroskopan, pa se upotrebljava za sušenje plinova i nekih organskih rastvarača.

Hlorno vapno je bijel grudast prašak. Dobiva se, ako hlor uvodimo u gašeno vapno kod obične temperature. Odaje miris po hloru, jer ga slabo veže. Ako na hlorno vapno djeluje kiselina, oslobađa se hlor naglo. Upotrebljava se za bijeljenje pamučnih tkanina, izbjeljivanje drvne celuloze i za desinfekciju.

Kalcijum-sulfat, sadra ili gips, $CaSO_4 + 2\,H_2O$, dolazi u prirodi u pločastim kristalima monoklinskog sistema, a još više u gustim zrnatim i vlaknastim nakupinama koje su često onečišćene glinom. Sadre ima kod nas u Samoborskoj Gori, u dolini Zrmanje, kod Bosanskog Novog i dr. Sadra redovito dolazi uz kamene naslage kuhinjske soli. Pojedini kristali sadre imaju oblik koso zašiljenih ploča. Ploče su često sraštene u blizance ili sraslice.

Velike bezbojne kristale čiste sadre, koji se dadu kalati u ploče, nazivamo gospino staklo, a bijelu sadru zovemo alabaster. Kristale prirodne sadre katkad obojadišu primjese.

U prirodi dolazi ruda kalcijum-sulfat bez vode pod imenom anhidrit, a kristalizuje se u rompskom sistemu. Kalcijum-sulfat je dakle dimorfan.

Sadra se u vodi teško rastvara (1 : 500), tj. jedan dio sadre rastvoriće se u 100 dijelova vode. Tvrdoća joj je 2. Umjerenim zagrijavanjem postaje sadra neprozirna, otpušta djelomično svoju kristalnu vodu i raspada se u prah, žeženu sadru.

Ako se žežena sadra miješa sa vodom, nastaje tijesto koje brzo očvrsne, jer sadra prima dodanu vodu kao kristalnu vodu.

Grijanjem do 200° C izgubi sadra svu kristalnu vodu i postaje mrtva sadra koja više ne može s vodom otvrdnuti.

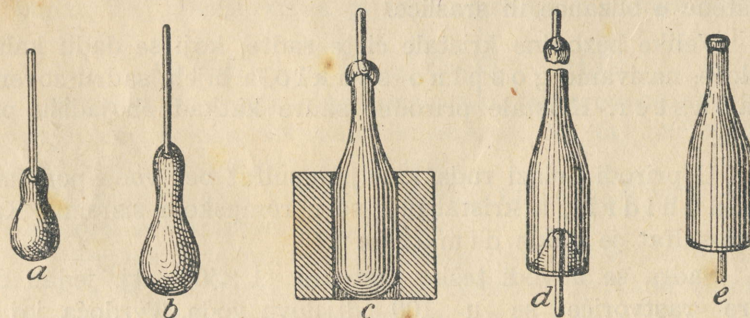
Staklo i industrija stakla

Staklo je čvrsta, amorfna i providna smjesa kalijskog ili natrijskog silikata sa kalcijskim ili olovnim silikatom. Kalijski i natrijski silikat sami su za sebe također staklasti i amorfni, ali se rastvaraju lako u vreloj vodi, pa se nazivaju rastvorna stakla. Kalcijski i olovni silikat su kristalinični, ne rastvaraju se u vodi i teško se tale. Taljenjem smjese pomenutih silikata nastaje žitka tekućina, staklovina, a ona hlađenjem očvrsne u prozirnu amorfnu masu koju zovemo staklo. Ono je otporno prema svim kiselinama osim fluorovodične.

Za proizvodnju stakla dolaze u obzir ove sirovine: kremen ili kremeni pijesak, soda, potaša, vapnenac, olovna gleđa ili minijum. Prema vrsti stakla sirovine se samelju u sitni prah i izmiješaju se u određenom omjeru. Onda se sa smjesom napune lonci koji su pečeni od vatrostalne gline. Napunjeni lonci stavljaju se u staklarske peći, a one se zagrijavaju na temperaturu iznad 1000° C. Kod te se temperature smjesa rastali i daje žitku masu, staklovinu.

Iz žitke mase izrađuju se stakleni predmeti na više načina, i to: 1) duvanjem, 2) tiskanjem u kalupe (presovanjem), 3) lijevanjem i valjanjem u ploče.

Duvanjem se formiraju predmeti ovako: Radnik zamoči vrh željezne cijevi (duvaljke), duge 1½ metra, u rastaljenu masu. Iz staklovine, koja se na vrhu duvaljke uhvati, nastaju duvanjem različiti oblici. Na sl. 76 se vidi kako se tim načinom postepeno izrađuje boca. Na sl. 77 prikazano je kako



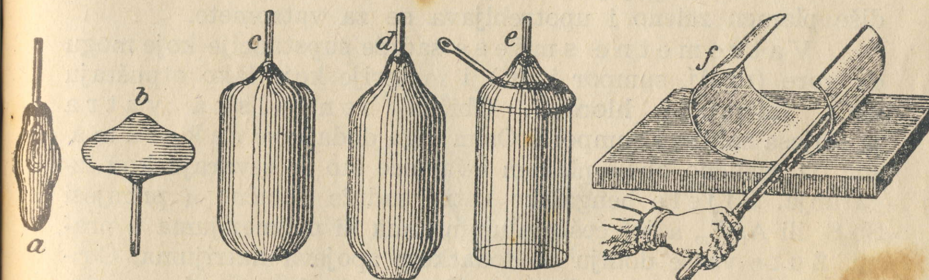
Sl. 76. Pravljenje staklenih boca.

se izduvanoj boci odreže vrat i dno, a dobiveni plašt se raspori i u ploču razvije. Osim duvaljke upotrebljava se danas mnogo Ouensov (Owens) stroj s pomoću kojega se iz rastaljene mase može za 24 sata načiniti 15.000 boca.

Jeftiniji se stakleni predmeti priređuju također tiskanjem u kalupe (presovanjem). Rastaljena masa nalijeva se u

prazne kalupe, a veličina i oblik njihov odgovara predmetu koji se želi dobiti. Tada se u nalivenu masu utisne klip koji ima oblik šupljine željenog staklenog predmeta. Utiskivanjem klipa zbije se masa k stranama kalupa. Nakon ohlađivanja izvuče se klip, i predmet je gotov. Ako šuplji kalupi imaju iznutra ureze, onda takove izbočine dobivaju stakleni predmeti sa vanjske strane.

Velike se staklene ploče za izloge i zrcala dobivaju lijevanjem. Staklena rastaljena masa izlije se i razastre s pomoću valjka na glatku ploču stola. Ako se na ploči ili valjku nalaze urezi ili žljebovi, onda će takove dobiti i staklena ploča. Različite šare na gotovim staklenim predmetima dobiju se mjestimičnim izjedanjem s pomoću fluorovodične kiseline. Staklo se najprije prevuče po površini rastaljenim voskom, onda se nacrtaju šare, pa se staklo zamače u tu kiselinu koja izjeda staklo na otkrivenim mjestima.



Sl. 77. Izrađivanje manjih staklenih ploča.

Bojadisano se staklo dobije, ako se smjesi sirovina doda prije taljenja još neki metalni oksid koji obojadiše staklovinu. Tako oboji manganov oksid staklo ljubičasto, hromni zeleno, kobaltni modro, željezni zeleno, kupro-oksid neprozirno crveno, a zlato kao rubin crveno. Neprozirno bijelo staklo dobiva se dodatkom koštanog pepela ili kositrenog oksida.

Ogledala se priređuju tako da se dobro očišćena staklena ploča prelije sa rastvorom srebrne soli i amonijaka, pa se dodatkom reduktivnog sredstva (grožđanog šećera) srebro istaloži kao sjajna prevlaka na ploči. Ova prevlaka premaže se lakom da se izvana zaštiti.

Prema hemijskom sastavu razlikuju se u glavnom tri vrste stakla:

1. Natrijsko ili francusko staklo (prosto) smjesa je natrijskog i kalcijskog silikata. Lako se tali i upotrebljava se za prozorska okna, boce, čaše i drugu običnu staklarsku robu.

2. Kalijsko ili češko staklo smjesa je kalijskog i kalcijskog silikata. Tvrđe je i jače od natrijskog, a teže se i tali. Od njega se prave hemijsko posuđe, zrcala i uresni predmeti. Pod imenom krunsko staklo upotrebljava se ono u optičke svrhe.

3. Olovno ili kristalno staklo smjesa je kalijskog i olovna silikata. Ono se lakše tali, ali najjače lomi svjetlost. Upotrebljava se za optičke sprave (flint-staklo) i za patvorenje dragulja.

2. Barijum, Ba = 137,36

Barijum je dvovalentan kao i kalcijum. U prirodi se nalazi samo vezan u spojevima od kojih je najvažniji barit, $BaSO_4$. Barijum-sulfat u vodi se ne rastvara, a služi kao mineralna bijela boja. U vodi rastvorljivi spojevi su otrovni. Takav spoj je i barijum-nitrat, $Ba(NO_3)_2$ koji bojadiše plamen zeleno i upotrebljava se za vatromete.

Vatrometne smjese sadrže supstancije koje mogu da gore (ugalj, sumpor i dr.) i materije koje lako otpuštaju kisik (nitrati i hlorati). Obična bengalska vatra je smjesa salitre i sumpora. Osim toga dodaju se raketama soli da različno oboje plamen i varnice što se stvaraju kod izgaranja. Bijele bengalske vatre sadrže obično u primjesi Sb_2S_3 ili As_2S_3, a još češće aluminijuma ili magnezijuma u prahu. Žute vatre dobiju se dodatkom spojeva natrijuma. Crveno oboje plamen soli stroncijuma, a zelene vatre se dobiju dodatkom soli barijuma. Modro bojadišu plamen soli bakra.

Vatrometi se prave u noći da ljudi uživaju u raznobojnoj svjetlosti, a u pirotehnici služe rakete kao signali.

3. Radijum, Ra = 225,97

Koncem prošloga vijeka opaženo je da iz rude uranova smolinca, U_3O_8, izbijaju neke nevidljive zrake koje djeluju kroz crni papir ili u tami na fotograsku ploču. Ustanovljeno je također da izlučen čisti uran ne ispušta toliko zraka koliko uranov smolac.

Glasoviti hemičari, supruzi Pjer i Mari Kiri (Pierre i Marie Curie rođ. Sklodowska), izlučili su iz uranova smolinca elemenat koji šalje mnogo više zraka nego sam uran. To je elemenat radijum.

Sposobnost nekih elemenata da ispuštaju nevidljive zrake zove se radioaktivitet. Poslije je nađeno još nekoliko elemenata koji su radioaktivni, a danas ih poznamo svega oko 36.

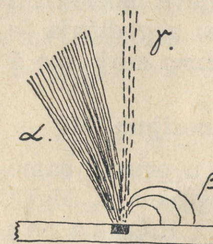
Najvažnija su nalazišta ruda, u kojima ima radioaktivnih elemenata, u Joahimovu u Čehoslovačkoj i u državi Kongo.

Značajno je svojstvo svih radioaktivnih elemenata da imaju veliku atomnu težinu (od 207—238).

Radijum je sjajan metal, a tali se kod 700° C. Na vlažnu uzduhu pocrni, jer se spaja s azotom. Vodu razgrađuje. Radijum i njegove soli u tami trajno sjaje, a svojim djelovanjem na neke materije prouzrokuju da i one svijetle (na pr. zinkov blistavac). Materije, koje slabo svjetlucaju (fosfor), zasvijetle jače u blizini radijuma.

Radijum i drugi radioaktivni elementi izbijaju tri vrste zraka: α (alfa), β (beta) i γ (gama) zrake (sl. 78). One se međusobno razlikuju po svojstvima i učinku.

Iz radijuma izbija najviše α-zraka (98%). Ispitivanjem je dokazano da su α-zrake struja sitnih atoma elementa helijuma koji su nabiti pozitivnim električnim nabojem. Te



Sl. 78. Radijumove zrake u elektromagnetskom polju.

zrake djeluju na uzduh i plinove i čine ih vodljivim za elektricitetu, a magnet ih s njihova smjera otklanja vrlo slabo.

β-zrake su struja elektrona, negativno nabitih djelića elektriciteta. Drži se da je jedan elektron 2000 puta lakši od atoma vodika. β-zrake probijaju mnogo bolje kroz tjelesa nego α-zrake, a imaju skoro brzinu svjetlosti. Magnet ih s njihova smjera jako otklanja.

γ-zrake u tijesnu su srodstvu sa zrakama obične svjetlosti. Kroz neprozirna tjelesa prolaze bolje nego β-zrake, a magnet ih uopće ne otklanja s njihova puta.

Radijum i drugi radioaktivni elementi ne daju samo svjetlost, nego razvijaju i toplinu. Jedan gram radijuma razvije na sat 132 kalorije. Ovo izbijanje zraka svjetlosti i topline tumači se tim što se atomi radioaktivnih elemenata kod obične temperature i običnog pritiska raspadaju. Raspadanjem radijuma, koje prati izbijanje zraka, njegov se atom razgrađuje i prelazi u radon (emanaciju) koji ima atomnu etežinu 222, dakle 4 jedinice manju od radijuma. Atomna je težina heli-

juma baš 4, i to je u suglasju s tim da su α-zrake pozitivni naboji helijuma.

Daljnjim izbijanjem α-zraka prelazi radon (emanacija) u radijum A, ovaj u radijum B itd. dok ne dođe do radijuma G koji je sličan običnom olovu.

Radijum i njegove soli proizvode neke naročite hemijske učinke. Razgrađuju vodu na H_2O_2 i H_2, pretvaraju žuti fosfor u crveni, kisik u ozon i amorfne rude u kristalne. Radioaktivne zrake jako djeluju na čovječje i biljno tijelo. Djeluju li na čovječju kožu, ona se jako upali, i onda nastane rana. Na bolesno tkivo djeluju povoljno, te se zato radijum mnogo upotrebljava u medicini za liječenje.

Ima mineralnih voda koje su radioaktivne, na pr. Joahimov, Gastajn, Niška Banja, Soko Banja, Srebrnica i dr.

Dobivanje radijuma iz njegovih rudača vrlo je skupocjen posao, jer ga u njima ima vrlo malo (iz 1000 kg uranove rude dobije se 0,1 g radijeva hlorida). Svega radijuma izlučeno je dosad oko 500 grama, a godišnja je proizvodnja sada oko 40—50 grama. 1 g radijuma stoji oko 5 milijuna dinara.

4. Magnezijum, Mg = 24,32

Magnezijum dolazi u prirodi samo u spojevima, od kojih su znatno rašireni: magnezit, $MgCO_3$, dolomit, $MgCO_3 . CaCO_3$, kizerit, $MgSO_4 . H_2O$, karnalit, $MgCl_2 . KCl . 6H_2O$ i mnogi magnezijevi silikati.

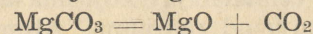
Magnezit, $MgCO_3$, kristalinična je ili gromadasta ruda. Upotrebljava se za priređivanje opeka (vatrostalne cigle) kojom se izgrađuju talioničke visoke peći.

Dolomit, $MgCO_3 . CaCO_3$, tvori kao kamen (stijena) veliki dio kraškog gorja.

Kizerit i karnalit nalaze se u prirodi uz kuhinjsku so. Magnezijum-sulfat dolazi kao grka sô rastvoren u nekim ljekovitim grkim vodama.

Magnezijum se obično dobiva elektrolizom rastaljenog karnalita. U trgovini dolazi magnezijum u vrpcama i prahu. To je srebreno bijel lagan metal koji se dade tanko razvući. Specifična mu je težina 1,75, a tali se kod 650° C. Ako se zapali, izgara u magnezijum-oksid uz razvijanje jake svjetlosti i topline. Ta svjetlost obiluje zrakama koje hemijski djeluju (ultraljubičaste zrake). Zato se upotrebljava za osvjetljenje predmeta kod fotografiranja u tamnim prostorijama.

Magnezijum-oksid ili žežena magnezija, MgO, proizvodi se žarenjem magnezita:



$$MgCO_3 = MgO + CO_2$$

Upotrebljava se u ljekarstvu. Izmiješa li se koncentrovan rastvor $MgCl_2$ sa magnezijum-oksidom i drvenom pilovinom, nastaje ksilolit, što znači kamen iz drva. Ksilolit se brzo stvrdne i služi za izgradnju pločnika. Ako se mjesto drvene pilovine izmiješa azbest, nastaje azbestolit.

a) Silikati magnezijuma:

Milovka ili talk dolazi najčešće u lisnatim ili ljuskavim nakupinama, a ima je sitnozrnate i sasvim guste. Milovka je bijele do sivkaste boje, masna opipa i veoma mekana (tvrdoća 1), pa se lako noktima para. Njezin je prašak klizak, te se sipa u rukavice i cipele da se lakše navuku, a upotrebljava se također kao primjesa za priređivanje pudera i praha za zube. Tvrda milovka (steatit) služi krojačima za pisanje na suknu.

Stiva se nalazi u kristalastim gomoljastim nakupinama, a ima je kod nas u Bosni kod Prnjavora, a nešto i u Zagrebačkoj Gori. Boje je bijele, sive ili žućkaste. Tvrdoća joj je 2 do 2,5. Porozna je i pliva na vodi, pa se stoga zove morska pjena, a potone kad se napije vode. Služi danas za pravljenje lula.

Serpentin se javlja najviše u gustim, a negdje u vlaknastim i listićavim nakupinama. Mnogo je raširen i čini čitava brda, a ima ga u Fruškoj Gori, u gorju Sjeverne Bosne i u istočnom dijelu Zagrebačke Gore. Najčešće je tamno zelen, a ima ga žute do smeđe boje. Upotrebljava se u graditeljstvu. Lijepe bojadisane guste vrste zovu dragi serpentin. Od njega se izrađuju različni nakiti.

Serpentin, koji je složen od vrlo tankih vlakanaca bijele ili zelene boje, nazivamo serpentinski azbest. Ima ga kod nas u Južnoj Srbiji, a više u Rusiji, Italiji i Kanadi. Od njega se prave neizgorive tkanine, pune zidovi blagajni i oblažu željezne mrežice koje služe u hemijskim laboratorijima. Milovka, stiva i serpentin po svom su sastavu silikati magnezijuma.

U prirodi ima magnezijskog i željeznog silikata. Takav je olivin koji je najčešće maslinastozelene boje, a nastao je iz vulkanske magme. Preobražavanjem olivina nastaje serpentin. Kod toga mogu nastati i druge rude, naročito hromne i željezne.

Od dvostrukih silikata važniji su još pirokseni i amfiboli. Nakupine amfibola sa tankim vlakancima nazivaju amfibolni azbest, a taj služi u iste svrhe kao i serpentinski azbest.

C) Metali aluminijske grupe

1. Aluminijum, Al = 26,97

a) Prirodni spojevi i rude aluminijuma:

Aluminijum ide među najraširenije elemente u prirodi, a dolazi samo u spojevima. Najvažniji su njegovi prirodniji spojevi k o r u n d, b o k s i t, zatim silikati o r t o k l a s (feldšpat), t i n j c i (liskuni), g r a n a t i t o p a z. Aluminijski su silikati glavne sastojine mnogog kamenja (stijena). Trošenjem toga kamenja dospijevaju aluminijski spojevi u zemlju.

K o r u n d, Al_2O_3, kristalizuje se u heksagonskom sistemu, a dolazi također i u obliku zrnaca. On je bezbojan, ili ga primjese različno obojadišu. Modre kristale korunda nazivamo s a f i r i, crvene r u b i n i, zelene s m a r a g d i, a žute t o p a z i. Korundi su u prirodi vrlo sitni, a težina im se mjeri karatima. Iza dijamanta korund je najtvrđa ruda (tvrdoća 9). Otporan je prema djelovanju vode i kiselina.

Velika su nalazišta korunda u Aziji (Birma i Sijam), gdje su ih od davnina u pjeskovitoj ilovači nalazili. Ima ih također u Americi i Australiji.

Zbog velike tvrdoće, dijamantna sjaja i prelijevanja boja upotrebljavaju ga kao skupocjeno drago kamenje. Međutim uspjelo je rubine i safire praviti vještačkim načinom. Oni svojom ljepotom nadmašuju prirodne rubine i safire, te je cijena prirodnim korundima zbog toga veoma pala.

Najprostiju vrstu korunda, s m i r a k, taru u prah i upotrebljavaju za brušenje i glačanje metalnih i drvenih predmeta (papir sa smirkom).

B o k s i t ($Al_2O_3xH_2O$) najvažnija je aluminijska ruda. To je zemljasta ili poput kamena tvrda ruda koje ima mnogo u Jugoslaviji (Velebitu, Moseć Planini, Dalmaciji i Hercegovini). U Dalmaciji kopa se mnogo oko Drniša. Boksit prate često i druge rudne primjese, od kojih može biti različito bojadisan.

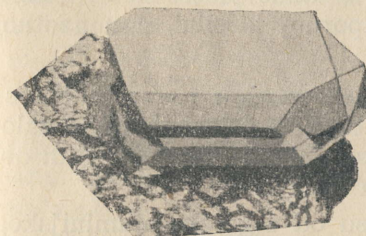
Dobivanje aluminijuma iz boksita provodi se u električnim pećima. Kako u našoj kraljevini nema takovih talionica, izvozi se naš boksit zbog prerađivanja i vađenja aluminijuma u druge zemlje.

O r t o k l a s ili f e l d š p a t, $KAlSi_3O_8$ silikat je kalijuma i aluminijuma. Nalazi se kao glavna sastojina u mnogom kamenju. Kristalizuje se u monoklinskom sistemu, a rado se javlja i u obliku sraslaca, t. z. k a r l o v a r s k i h b l i z a n a c a (sl. 79).

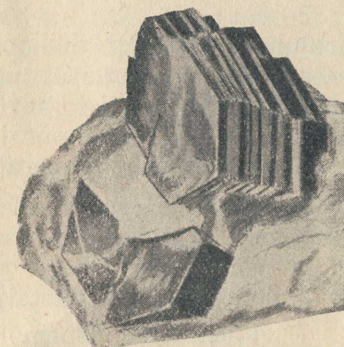
T i n j c i (liskuni) su silikati koji također sastavljaju udruženi s drugim rudama neke vrste kamenja. Kristalizuju se u heksagonskom sistemu, a razvili su se najčešće u listićastim nakupinama (sl. 80). T i n j c i se kalaju u tanke listiće. Tvrdoće su 2—3.

Najvažniji su tinjci m u s k o v i t (kalijski tinjac) i b i o t i t (magnezijski tinjac).

Listići su m u s k o v i t a obično bezbojni, ali ih ima i bojadisanih i razviju se katkad u velikim listovima po pukotinama kamenja. Listovi se muskovita upotrebljavaju za naočale radnicima u talionicama da se zaštite od velike svjetlosti i topline. Pod imenom »r u s k o s t a k l o« upotrebljava se muskovit za prozorska okna, cilindre na svjetiljkama i naočale koje zaštićuju oči.



Sl. 79. Složeni kristali; sraslaci ortoklasa.



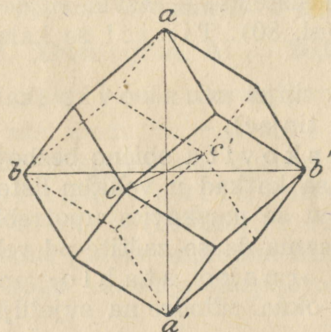
Sl. 80. Listićavi kristali muskovita.

B i o t i t je bojadisan, jer sadrži nešto i željeza.

G r a n a t i se ubrajaju među drago kamenje. Ima ih više vrsta. Po hemijskom sastavu to su dvosilikati aluminijuma sa kalcijem, magnezijem ili željezom. Č e š k i g r a n a t ili p i r o p (magnezijski aluminijski silikat) crvene je boje kao krv; čist dolazi kristalizovan u rompskom dodekaedru (dvanaestercu). Rompski dodekaedar je kristal teseralnog sistema. Omeđen je sa 12 romba, ima 24 brida, 6 četveroplošnih i 8 troplošnih uglova (sl. 81). Trošenjem kamenja, u kojem ima granata, dospijevaju vodom mali kristali u riječni nanos. Sitni p i r o p i služe za tariranje vaga.

T o p a z je aluminijski silikat sa fluorom. Kristalizuje se u rompskom sistemu, a dolazi u starom kamenju. Njegovi su kristali različne boje, većinom žute, a katkada se crveno prelijevaju.

Aluminijum je kao srebro bijel i sjajan metal, veoma lagan (specifične težine 2,6), ali dosta čvrst i tvrd kao željezo. Premda aluminijum ima velik afinitet prema kisiku, to su ipak predmeti i posude iz aluminijuma stalni spram utjeca-

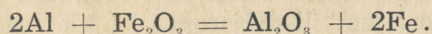


Sl. 81. Najobičnija kristalna forma granata je rompski dodekaedar.

ja uzduha i vode, jer se samo površina prevuče tankom prevlakom oksida, te ona štiti metal od daljnje oksidacije. Aluminijum se dade kovati i razvlačiti u tanke ploče, žice i listiće. Rastvara se u sônoj i jakoj sumpornoj kiselini, a u azotnoj istom kod povišene temperature.

b) Aluminotermija. Aluminijski prašak upotrebljava se za redukciju metalnih oksida. Od toga se oslobodi toliko kalorija, da temperatura znatno poraste. Tako se dotični metali dobiju u slobodnom i u rastaljenom stanju.

U glineni lonac uspemo smjesu od 4 g suha aluminijskog praha i 12 g hematita (crvenog željeznog oksida, Fe_2O_3). Ovakova smjesa dolazi pod imenom t e r m i t. Termit zapalimo gorućom magnezijskom žicom, a ta završava na jednom kraju kuglicom od $KClO_3$ i Mg-praška. Kuglica se zatakne u sredinu praškastog termita. Aluminijski se prah oksiduje i sagori na račun kisika iz željeznog oksida:



$$2Al + Fe_2O_3 = Al_2O_3 + 2Fe.$$

Redukcijom nastalo željezo dobije se u rastaljenom stanju, pa se iz lončića može izliti. Visoka temperatura, koja se ovom reakcijom stvara, i dobiveno rastaljeno i do bijela žara usijano željezo upotrebljavaju se za slijevanje i svarivanje željeznih komada (tramvajskih tračnica).

Aluminijum se upotrebljava i za priređivanje nekih legura, od kojih je najvažnija a l u m i n i j e v a b r o n c a (10% Al i 90% Cu). Legura od aluminijuma i magnezijuma (10 do 25%) zove se m a g n a l i j u m, a upotrebljava se za izrađivanje poluga kod osjetljivih vaga.

c) Vještački spojevi aluminijuma:

A l u m i n i j u m - s u l f a t, $Al_2(SO_4)_3$. Taj se proizvodi rastvaranjem boksita u sumpornoj kiselini. Upotrebljava se mnogo kao močilo za vuneno vlakno prije bojadisanja.

S t i p s a ili a l a u n, $K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3 + 24\ H_2O$. Iz smjese zasićenog rastvora aluminijum-sulfata i kalijum-sulfata kristalizuje se stipsa u osmercima (oktaedri) kojima su uglovi otupljeni plohama kocke (kombinacija oktaedra i heksaedra). Kristali su stipse prozračni, a ona je ukusa oslatka i stezljiva. Grijanjem izgubi stipsa kristalnu vodu i prelazi u ž e ž e n u s t i p s u. Stipsa se upotrebljava u bojadisarstvu i za učinjanje koža. Ako mjesto kalijum-sulfata dodamo aluminijum-sulfatu natrijski ili amonijski sulfat, nastaće nove stipse istog kristalnog oblika. Za takove spojeve kažemo da su i z o m o r f n i.

Glina

Čvrsti minerali, kamenje i stijene troše se u prirodi pod utjecajem vode i uzduha. Osobito je važno trošenje onog kamenja i onih minerala koji sastoje od kalijsko-aluminijskih silikata, i to poimenice granita i sijenita kao kamenja i glinenaca kao minerala.

Ti se silikati raspadaju na aluminijum-silikat i na u vodi rastvorljive silikate alkalija. Aluminijum-silikat daje s vodom č i s t u g l i n u ili k a o l i n. Silikati se alkalija pod utjecajem ugljik-dioksida pretvaraju u karbonate alkalija i slobodnu kremenu kiselinu koja se iskristalizuje kao kremen ili se istaloži kao opal.

Kaolin je zemljasta sastava i bijele boje. S vodom se lako mijesi i daje plastično blato. Kod visoke temperature otpušta kaolin hemijski vezanu vodu i zbog toga izgubi prvotna svoja svojstva.

U prirodi međutim dolaze uz ortoklas, koji trošenjem prelazi u kaolin, i druge rude. Ove se također troše, i proizvodi njihova trošenja miješaju se s kaolinom, pa tako nastaju žute, zelenkaste i crvenkaste obojene nečiste vrste gline. Glina, koja ima željeznih spojeva, naziva se i l o v a č a, a primi li mnogo vapnenih primjesa, nastaje l a p o r. Oraća zemlja sadrži je uvijek manje ili više uz druge rudne primjese. Ako oraća zemlja ima dosta truleži, naziva se c r n i c a ili h u m u s.

Glina pohlepno upija i pridržava vodu i u vodi rastvorene alkalijske soli i neke plinove (amonijak), i tako pribavlja ukorijenjenom bilju vlagu i hranu. Glina omogućuje na taj način rastenje bilja, te je od velike važnosti za poljoprivredu.

Općenito o kamenju ili stijenama

Minerali se pojavljuju u prirodi pojedinačno, ili se udružuju u kamenje ili stijene koje izgrađuju koru zemljinu.

Kamenje može s a s t o j a t i samo od j e d n o g minerala (jednostavno kamenje), kao na pr. vapnenac i gips, ili je sa-

stavljeno od d v a ili v i š e minerala (sastavljeno kamenje); na pr. granit i bazalt.

Kamenje može po svom p o s t a n k u biti:

a) e r u p t i v n o, ako je nastalo iz vulkanske magme ili lave;

b) t a l o ž n o, ako je nastalo taloženjem iz vode;

c) k r i s t a l a s t i škriljci (škriljavo kamenje); za ovo se drži da se razvilo preobraženjem bilo eruptivnog, bilo taložnog kamenja.

S obzirom na međusobni p o l o ž a j pojedinih m i n e r a l n i h s a s t o j i n a u kamenju razlikujemo:

1. K r i s t a l a s t o kamenje ili stijene, u kojima se mineralne sastojine dodiruju; na pr. granit i mramor.

2. K l a s t i č n o kamenje ili stijene, u kojima se mineralne sastojine ne dodiruju, nego su međusobno povezane mineralnim vezom ili cementom. Na njemu se vidi da je sastavljeno od krhotina istog ili različnog kamenja koje su međusobno slijepljene.

G r a n i t je sastavljen od ortoklasa, kremena i tinjca. Ortoklas se raspoznaje u granitu po jasnoj kalavosti dok je svjež. Rastrošen je ortoklas mutan i zemljast; zrnca kremena su staklaste sjajnosti i neravna prijeloma, a tinjac se pokazuje u srebrenastobijelim listićima.

Granit je kod nas mnogo raširen. Od njega se sastoji trup Moslavačke Gore i Motajice Planine, a ima ga također u Pohorju u Dravskoj banovini Ceru i Kopaoniku u Moravskoj i Vardarskoj banovini.

Granit je tvrd i trajan kamen, zbog čega se mnogo upotrebljava u graditeljstvu i kiparstvu. Trošenjem ortoklasa što dolazi u granitu nastaje glina.

T r a h i t se sastoji većinom od glinenastih ruda. Obično tvori visoke vrhunce nekih gora, ili prolazi u žilama kroz drugo kamenje. Ima ga u Fruškoj Gori (Vrdnik), u Bosni (Maglaj) i u Srbiji (Donji Milanovac).

Upotrebljava se kao građevni i mlinski kamen.

B a z a l t je gust i sitnozrnat kamen, crne ili crnosive boje. Ima više vrsta bazalta, a one tvore čitave bregove. Kod nas dolazi u Krndiji.

G n a j s je istog mineralnog sastava kao i granit, a razlikuje se od njega tim što su mineralni sastojci poređani u jednom smjeru. Od toga je gnajs dobio škriljav slog. Drži se da je gnajs nastao preobraženjem granita. Upotrebljava se u graditeljstvu i klesarstvu. Ima ga u slavonskom gorju: Psunju, Papuku i Krndiji.

Velike množine kamenja nastaju taloženjem iz vodena nanosa. Voda nosi kameno kršje i taloži ga na mirnom mjestu.

Kroz taj naneseni talog protječe voda koja obično ima rastvorenih rudnih materija, naročito kalcijum-karbonata ili kremena. Dok tako prolazi voda kroz njega, izlučuju se iz nje te rastvorene mineralne materije i gomilaju se oko kršja. Tim polaganim izlučivanjem stvori se oko njega obljep, a taj slijepi i poveže komade ili komadiće kršja u čvrst kamen.

Ako se ovakav kamen sastoji od uglasta kršja različnih minerala, zovemo ga k r š n i k ili b r e č a.

Slijepe li se u čvrst kamen okrugle valutice mineralnog kršja, nazivamo takav kamen g r o m a č a ili k o n g l o m e r a t. Konglomerati nastaju najviše uz riječne i morske obale.

Ako se slijepe zrnca (pijesak) minerala, tad se razvije kamen pješčenjak. Pješčenjaci su krupnozrnati, sitnozrnati ili gusti i prema vrsti sastojina različno bojadisani. Kod nas ima pješčenjaka u Zagrebačkoj Gori, u Ivančici, Maceljskoj Gori i drugdje. Neke vrste pješčenjaka služe kao građevno kamenje. Od krupnozrnatih i tvrdih pravi se mlinsko kamenje.

Gdje se sitni mulj pretvori u čvrst kamen, zna se takav kamen preobraziti u b r u s i l o v a c, od kojeg se prave brusovi. Do razvitka brusilovaca iz mulja dolazi djelovanjem pritiska. Od brusilovaca, koji se mogu lomiti u tanke ploče i uske komadiće, priređuju se pločice za pokrivanje krovova, pisaljke i školske pločice.

Zemljano posuđe i industrija glinene robe (keramika)

Velika je važnost gline za proizvodnju lončarskog zemljanog posuđa i u industriji različne glinene robe.

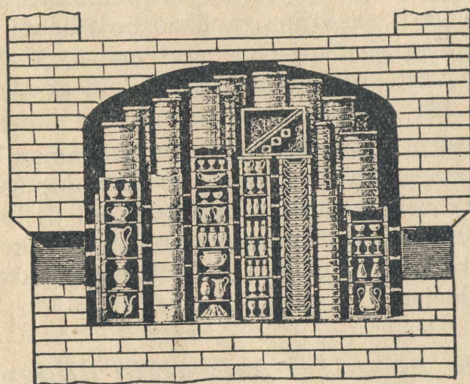
Ova se upotreba gline osniva na tome, što se glini u plastičnom stanju mogu dati različiti oblici, a ovi se sušenjem i pečenjem mogu ustaliti i otvrdnuti. U tu svrhu sirova se glina najprije mrvi i čisti od primiješana pijeska ili komadića kamenja. Za gdjekoju se robu mora glina samljeti u sitan prah i prosijati ili muljiti sa vodom. Od očišćene i ovako priređene gline pravi se glineno tijesto koje se ostavlja neko vrijeme u vlažnim prostorijama da »dozrije«. Iz njega se onda izrađuju različne posude i drugi predmeti. Formiranje predmeta obavlja se ručno s pomoću lončarskog kola ili punjenjem drvenih i sadrenih kalupa. Izrađeni se predmeti lagano osuše i zatim pale.

No sirovo osušena i paljena glinena roba i posuđe šupljikavo je (porozno) i propušta pomalo vodu i druge tekućine. Kod prvog paljenja temperatura nije tako visoka da bi se glina rastalila i da bi se njezine čestice usko priljubile i spojile. Stoga se ti predmeti prevlače glazurom (caklinom) koja ispuni šupljinice.

Za pečenje glinene robe upotrebljavaju se peći različnog oblika. Najbolje su takozvane kružne peći sa neprekidnim poslovanjem.

Prema čistoći gline proizvodi se vrlo raznovrsna glinena roba. Lončarska se izrađuje od žute ili sive gline. Za najprostiju robu uzima se obična ilovača. Izrađeno posuđe suši se na uzduhu i pali kod slabo crvene žari. Nakon toga predmeti se mažu razmuljenom smjesom gline i olovne gleđe, ili se zamaču u njih. Ponovnim paljenjem stvori se na predmetima glazura od silikata olova i aluminijuma.

Opeke (cigle) i crepovi (ćerpiči). Za opeke i crepove upotrebljava se plastična ilovača u kojoj ima nešto pi-



Sl. 82. Peć u kojoj se peče porculanska roba.

jeska. Očišćena ilovača, navlažena potrebnom količinom vode, dobro se izmiješa da se dobije gusto tijesto. Opeke i crepovi izrađuju se rukom s pomoću drvenih kalupa ili posebnim strojevima. Sirova se roba suši na uzduhu i peče se u posebnim kružnim pećima kod temperature od 700—1000° C. U svakoj ilovači ima željeznih spojeva koji kod paljenja prelaze djelomično u željezni oksid (Fe_2O_3). Od njega gotovi crepovi zadobiju crvenkasto žutu boju poput rđe.

Posebna je vrsta glinene robe terakota ili šamot i fajansa.

Terakota se pravi od čistije gline, a ima svojstvo da podnosi vrlo visoku temperaturu, Od nje se izrađuju vaze, različite figure, i ornamenti.

Fajansa je slična porculanu, samo je mekša, a pravi se od finije gline kojoj se dodaje nešto vapnenca i kremena. Za njezinu se glazuru upotrebljava u vodi razmuljena smjesa gline, kremena, potaše, sode i minijuma. Od fajanse se prave stolna posuđa, osobito umivaonici i pehari.

Prosta fajansa ili majolika priređuje se od bojadisane gline, a ima neprozirnu i bijelu glazuru. Od nje se prave pločice za oblaganje zidova i peći, a izrađuju se i vaze i lonci za cvijeće.

Porculanska roba. Porculan je najfinija glinena roba. Za priređivanje te robe upotrebljava se čisti kaolin u smjesi sa kremenim pijeskom i ortoklasom u određenom omjeru. Osušeni i prvi put pečeni predmeti (kod 900° C) zamaču se u kašu od ortoklasa, kaolina i vapnenca, pa se pale po drugi put kod 1400—1600° C da se stvori glazura (sl. 82). Kod posljednjeg paljenja stale se ortoklas i dodane primjese, te prekriju površinu predmeta svojom glatkom bijelom prevlakom.

Porculanski se predmeti mogu bojadisati, ako se smjesi glazure dodaje takovih metalnih oksida koji daju željenu boju.

D) Metali grupe bakra

1. Bakar, Cu = 63,57

Bakra ima samorodna oko Gornjeg Jezera u Sjevernoj Americi, na Uralu, u Japanu i Španiji, ali mnogo više dolazi u rudama od kojih su najvažnije: bakrena pakovina (halkopirit), bakreni sjajnik, malahit i azurit. Znamenita su naša nalazišta tih ruda kod Bora, Majdanpeka i Kučajne u Srbiji, kod Sinjakova, Fojnice i Kreševa u Bosni. Neke bakrene rude dolaze kod nas također u Samoborskoj i Trgovskoj Gori.

Najznamenitija su nalazišta bakrenih ruda ona u Americi, Japanu i na Uralu i u rudnim krajevima Njemačke, Švedske, Norveške, Španije i Engleske.

a) Najvažnije rude bakra:

Halkopirit, $CuFeS_2$, kristalizuje se u tetragonskim piramidama, ali se češće razvija u gromadnim i gustim nakupinama. Boje je žute kao mesing, crna crta, a tvrdoće 4. Dade se nožem parati, pa se potom brzo raspoznaje od pirita. Djelovanjem kisika i ugljik-dioksida halkopirit prelazi u druge bakrene spojeve.

Halkopirit je za dobivanje bakra jedna od najvažnijih ruda, a najviše se iz njega i proizvodi bakar. Kod nas ga ima kod Bora u Srbiji.

Bakreni sjajnik, Cu_2S, kristalizuje se u oblicima rompskog sistema, a rijetko dolazi u jasno razvijenim kristalima. I on se rado preobražava u druge bakrene rude. Dolazi obično uz halkopirit.

M a l a h i t, $CuCO_3.Cu(OH)_2$, bazični bakreni karbonat, kristalizuje se u oduljim kristalima monoklinskog sistema, a češće dolazi u bubrežastim, gustim i grozdastim nakupinama. Nastaje trošenje drugih bakrenih ruda. Odlikuje se lijepom zelenom ili tamnozelenom bojom i staklenastim sjajem, te se upotrebljava i za izrađivanje ukrasnih predmeta.

A z u r i t, $Cu(OH)_2$. $2CuCO_3$, dolazi rjeđe od malahita, kristalizuje se u monoklinskom sistemu i lijepe je modre boje.

b) **Dobivanje i svojstva bakra.** Bakar se dobiva iz ruda na različite načine, već prema vrsti rude koja se prerađuje.

Bakrene s u l f i d n e rude, koje obično imaju i željeza, prže se i tale u smjesi s kremenim pijeskom i koksom. Željezo prelazi u željezni oksid i spaja se s kremenom u ferosilikat (zgura). Tako se odijele nečistoće, te preostane bakreni sulfid, Cu_2S, a taj se prerađuje ponovnim prženjem.

Iz o k s i d n i h ruda se dobiva da se rude u smjesi s koksom tale i tako redukuju na bakar.

Čist bakar dobiva se u novije doba mnogo e l e k t r o l i z o m. U tu svrhu bakrene se rude najprije isprže, da se dobije sirovi bakar, a taj se onda rastali i izlije u ploče. U aparat za elektrolizu stavi se rastvor modre galice ($CuSO_4$), za katodu uzmu se tanki komadići čistog bakrenog lima, a za anodu izlivene ploče sirovoga bakra. Katodni čisti bakreni lim spoji se s negativnim polom baterije, a anodni sirovi bakar vezan je s pozitivnim polom. Ako zaronimo elektrode u rastvor modre galice, djeluje galvanska struja i rastavlja $CuSO_4$, tako da se bakar odvoji i slaže na katodi oko bakrenog lima, a ostatak SO_4 putuje k anodi i spaja se s anodnim bakrom u sulfat koji se rastvara pa se tim koncentracija rastvora opet izjednačni. Elektroliza se vodi i traje sve dotle dok još ima bakra na anodi.

Ovim postupkom prelazi zapravo s anode bakar, koji je bio onečišćen, u čistom stanju na katodu, a primjese, u kojima ima obično srebra i zlata, padaju na dno.

Bakar je sjajna crvena kovina. Specifična težina mu je 8,9, tvrdoća 3, a tali se kod 1083° C. Dade se kovati i razvlačiti u tanke žice i lim. Na suhu se uzduhu ne mijenja, ali na vlažnu se prevuče s vremenom tankom zelenom prevlakom bakrenog karbonata koju zovemo p a t i n a. Krovovi pokriveni bakrenim limom pozelene. Kod visoke temperature bakar se oksiduje i prevuče prevlakom od crnog bakrenog oksida. Bakar je vrlo dobar vodič topline i elektricitete koju provodi sedam puta bolje od željeza. Rastvara se u azotnoj i vrućoj sumpornoj kiselini. Uz pristup uzduha rastvoriće se i u organskim kiselinama (na pr. octenoj). Stoga se ne smiju zakiseljena jela kuhati i držati u bakrenim posudama.

Od bakra se prave kotlovi i aparati za destilaciju, a bakrenim limom prekrivaju se krovovi. Od njega se prave različne legure, no najveća količina bakra potroši se u elektrotehnici za žice.

c) **Bakrene legure:**

Ako miješamo staljeni bakar s nekim metalima, nastaće jednolične smjese metalnog izgleda. Ove smjese imaju često bolja svojstva, nego pojedini metali same za sebe.

B r o n c a je staljena smjesa bakra sa 10—23% kalaja (kositra). Ona je tvrda, zvonka i lako se tali. U bronci od koje se lijevaju topovi ima oko 10% kalaja, a u bronci za zvona ima oko 23% kalaja.

Bronca, koja se upotrebljava za lijevanje kipova, ima osim bakra i kalaja još i olova, a bronca, od koje su kuju sitni novac i medalje, ima i cinka. Telegrafske žice prave se od bronce koja sadržava također i vrlo malo silicijuma (silicijeva bronca).

M e s i n g ili ž u t a m j e d je staljena smjesa bakra sa 40% cinka. Ona je žute boje i upotrebljava se za izrađivanje različnih predmeta. U mesingu može biti i drugi omjer tih metala, već rpema različitoj upotrebi.

N o v o s r e b r o (p a k f o n g ili a r g e n t a n) sadrži oko 50% bakra, 25% cinka i oko 25% nikla. Ima izgled srebra i služi za izrađivanje finih predmeta (žlica, noževa itd). Posrebreni argentan zove se k i n e s k o s r e b r o ili a l p a k a.

Ovakovim staljivanjem dobivene smjese metala nazivamo l e g u r e.

d) **Važniji spojevi bakra:**

Bakar dolazi u spojevima kao jednovalentan (kupro-spojevi) i dvovalentan elemenat (kupri-spojevi).

K u p r o-o k s i d, Cu_2O, dolazi u prirodi kao crvena ruda k u p r i t, a nađena je u Zagrebačkoj, Samoborskoj i Trgovskoj Gori (Bešlinac). Crveni prašak toga oksida dodaje se smjesi iz koje se priređuje staklo, pa se ono time obojadiše crveno.

K u p r i-o k s i d, CuO, pokazuje se kao crna prevlaka na bakrenim predmetima, ako se oni griju na uzduhu do visoke temperature. Dolazi u prirodi kao c r n a b a k r e n a r u d a. Možemo ga prirediti žarenjem bakra, bakrena hidroksida ili bakrena nitrata uz pristup uzduha. Ako se kupri-oksid zagrijava sa organskim materijama, djeluje on na njih oksidaciono. Kupri-oksid dodaje se kod taljenja staklovini da obojadiše staklo zeleno.

B a k r e n i s u l f a t, m o d r a g a l i c a ili p l a v i k a-

m e n, $CuSO_4 + 5H_2O$, dolazi u prirodi u rovovima bakrenih rudnika, gdje nastaje trošenjem i oksidacijom bakrenih ruda. Na veliko se proizvodi tako da se sulfidne rudače prže i rastvaraju u razrijeđenoj sumpornoj kiselini. Iz rastvora kristalizuje se modra galica.

Na jasnim kristalima modre galice razabiraju se oblici triklinskog sistema.

Ako modru galicu zagrijemo, ona otpušta kristalnu vodu i prelazi u bijeli prah. Dodavanjem vode taj prah prima opet modru boju. Prženom galicom može se na taj način dokazati prisutnost vode u alkoholu ili drugoj kojoj tekućini.

Ako u rastvor modre galice uronimo kakav željezni predmet, uhvatiće se na njemu prevlaka bakra (cementni bakar). U prirodi ima voda koje sadrže rastvorenih bakrenih soli (cementne vode).

Modra se galica upotrebljava mnogo u poljoprivredi za škropljenje vinograda protiv peronospore i za močenje sjemenja prije sjetve da se unište spore snijeti. Upotrebljava se također u bojadisarstvu, ljekarstvu i galvanoplastici.

+ 2. Srebro Ag = 107,88

a) **Dobivanje i svojstva srebra.** Srebra ima u prirodi samorodna, a još više u spojevima. Prirodno se srebro kristalizuje u kockama i oktaedrima, a nalazi se također u listićastim i žicastim nakupinama, Od srebrenih su ruda najvažnije a r g e n t i t, p r u s t i t i p i r a r g i r i t.

A r g e n t i t, s r e b r n i s j a j n i k, Ag_2S, olovno je crne boje, a kristalizuje se teseralno kao i olovni sjajnik.

P r u s t i t, Ag_3AsS_3, crvena je, a p i r a r g i r i t, Ag_3SbS_3, tamnocrvena ruda. Obje se kristalizuju u heksagonskom sistemu.

Najvažnija su nalazišta srebra i srebrnih ruda u Mejiku, Kaliforniji, Peru ,Čili, u Uralu, Čehoslovačkoj i Norveškoj. Srebrnih ruda ima i kod nas u Bosni (kod Kreševa i Srebrenice).

Srebra ima također nešto i u drugim rudama, na pr. u galenitu, halkopiritu i sfaleritu.

D o b i v a n j e s r e b r a iz njegovih ruda nije lagan i jednostavan posao. Olovne rude, koje sadrže srebra, prže se, pa se dobije smjesa srebra i olova, s r e b r o v i t o o l o v o. Taljenjem srebrovita olova u plamenim pećima uz dovođenje uzduha olovo se oksiduje. Olovni oksid ili g l e đ a, PbO, koji pri tom nastaju, lako se odijele i otstrane, a zaostane čisto srebro, jer se ono kod te temperature ne oksiduje.

Srebro je bijel sjajan metal. Specifična mu je težina 10,5. Na suhu se i na vlažnu uzduhu ne mijenja ni kod obične ni kod povišene temperature. Ako u uzduhu ima sumpor-vodika, srebro pocrni, jer prelazi na površini u srebrni sulfid. Srebro se dade lako kovati i razvlačiti u tanke žice i listiće. Od 1 g srebra može se izvući žica duga preko ½ km. Ono je najbolji vodič topline i elektracitete. Rastvara se u azotnoj i gustoj vrućoj sumpornoj kiselini.

Srebro se upotrebljava za kovanje novca i izrađivanje različnih skupocjenih predmeta. No kako je samo srebro dosta mekano,miješa se (legira) obično sa bakrom da bude tvrđe. Vrijednost se legure ocjenjuje prema tome koliko sadrži srebra.

Pojedine države određuju za kovanje srebrnog novca i srebrnih predmeta omjer u kojem se miješaju srebro i bakar. Taj omjer izražava se u tisućninama. Kod nas su propisane tri vrste č i s t i n a: I = 950, II = 900, III = 800. Ovi brojevi kazuju koliko dolazi uteznih dijelova srebra na 1000 uteznih dijelova srebrne legure.

Srebrom se prevlače (posrebruju) također predmeti, izrađeni od prostih metala.

b) Spojevi srebra:

S r e b r n i n i t r a t, $AgNO_3$, nastaje rastvaranjem srebra u azotnoj kiselini. Kristalizuje se u bezbojnim listićima koji se lako u vodi rastvaraju. Kristalni listići srebrnog nitrata tale se i lijevaju zagrijavanjem u šipke koje poznamo pod imenom p a k l e n i k a m e n (lapis infernalis). Njim se ispaljuju rane. U doticaju sa organskim materijama (kožom, papirom, platnom) srebrni se nitrat raspada i dotične materije pocrne od elementarnog srebra koje se izluči kao crni prašak.

S r e b r n i s u l f i d, Ag_2S, nastaje na površini srebrnih predmeta, ako do njih dolaze pare sumpor-vodika. U prirodi se nalazi Ag_2S kao ruda s r e b r n i s j a j n i k.

S r e b r n i h l o r i d, AgCl, b r o m i d, AgBr, i j o d i d, AgJ. Dodavanjem sône kiseline ili rastvora nekog hlorida rastvoru srebrnog nitrata pada bijel sirast talog srebrnog hlorida. On se pod utjecajem svijetla postepeno rastvara, te postaje ljubičast, zatim posmeđi i napokon pocrni.

Dodatkom KBr ili KJ rastvoru srebrnog nitrata proizvode se srebrni bromid i jodid. Svijetlo jednako rastvara i te spojeve. Na tom se svojstvu temelji njihova upotreba u fotografiji.

+ *Fotografija*

Postupak je kod fotografiranja slijedeći:

1. E k s p o z i c i j a (s n i m a n j e). Staklene ploče i listovi od celuloida preliveni su s jedne strane emulzijom srebrnog bromida u želatini, a nakon sušenja zamotane su u crni papir. Ovo pripravljanje ploče vrši se u tami.

Prije snimanja stavi se fotografska ploča u kasetu. U fotografskom aparatu (cameri obscuri) nalazi se s jedne strane objektiv (optička leća), a na drugoj je strani mutna ploča. Razmak između objektiva i te ploče dade se po volji mijenjati da slika predmeta bude oštrija. Kad je slika predmeta na mutnoj ploči oštra, ploča se izvuče, a mjesto nje se stavi fotografska ploča (u kaseti). Zatim se poklopac kasete izvuče, a zatvor na objektivu otvori da svijetlo padne na osjetljivu ploču. Ovo djelovanje svijetla traje $^1/_{100}$ sekunde do nekoliko minuta, već prema jakosti svijetla i osjetljivosti ploče. Utjecajem svijetla nastaje na ploči djelomična razgradnja srebrnog bromida. Ploča se nakon toga razvija. Svrha je razvijanja da se dovrši razgradnja koju je svijetlo na ploči započelo. Ploča se metne u rastvor razvijača, i na njoj se za kratko vrijeme ukažu tamna mjesta od izlučenog srebra tamo gdje je svijetlo djelovalo.

2. Razvijanje i fiksiranje. Kao razvijači služe neki organski spojevi (hidrohinon, pirogalol, rodinal itd.) koji dovrše redukciju ondje gdje je ona već utjecajem svijetla započeta. Na nepromijenjeni AgBr ne djeluju razvijači. Zatim se ploča fiksira, tj. s ploče se uklanja sav AgBr, a taj je ostao nepromijenjen zbog toga što svijetlo nije do njega doprlo. To se postigne kupanjem ploče u rastvoru natrijum-tiosulfata.

Razvijanje i fiksiranje provodi se u tami ili kod slabog crvenog svijetla, jer crvene zrake ne djeluju na fotografsku ploču.

Nakon fiksiranja na ploči se vide tamna ona mjesta koja su na predmetu bila bijela ili jače osvijetljena. Tamna su mjesta predmeta na ploči bijela. To je matrica ili negativ, a taj se sada može iznijeti na svijetlo.

3. Kopiranje. Od negativa se priređuje pozitivna slika tako da se ispod negativa metne osjetljiv papir i izloži duže vremena utjecaju svijetla. Na papiru je slična emulzija kao i na fotografskoj ploči. Na svim mjestima papira, do kojih svjetlost može doprijeti, rastvara se osjetljivi sloj. Svjetlija mjesta negativa propuštaju jače svjetlost, te dotična mjesta na papiru postaju tamnija. Tako dobivamo pravu sliku ili pozitiv.

4. Fiksiranje i toniranje. Ovako dobivena slika nije stalna, pa se mora fiksiranjem ustaliti.

Da slika dobije ljepšu boju, kupa se u rastvoru zlatne ili platinske soli. Taj posljednji postupak zove se toniranje.

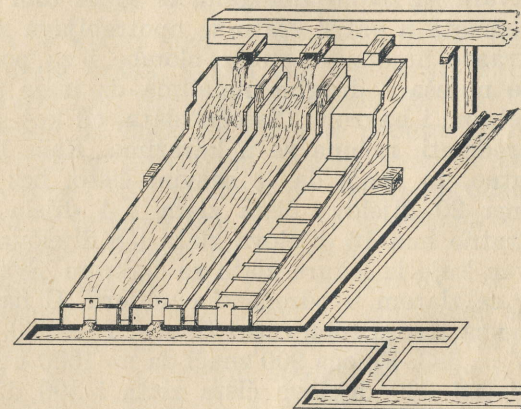
+3. Zlato, Au = 197,2

a) **Nalazište zlata.** Zlato se nalazi u prirodi elementarno Dolazi obično u obliku žica, listića i zrnja, a rjeđe u jasnijim, teseralnim kristalima. Gorsko zlato je uraslo i uprskano u različnom kamenju i nekim rudama, a najčešće u kremenu i piritu. Trošenjem tih ruda i kamenja dolaze sitna zrnca zlata u smjesi s pijeskom i muljem u riječne nanose. Ovo se naplavljeno zlato vadi ispiranjem riječnog pijeska.

U našoj domovini ima nešto gorskoga zlata u Samoborskoj Gori, pa kod Travnika i u kamenju i rudama Istočne Srbije. Naplavljenog zlata ima u mulju Drave, Mure, Lašve, Vrbasa, Bosne, Mlave i Peka. Najveća su ležišta zlata u Transvalu u Južnoj Africi, u Kaliforniji, Kanadi, na Aljaški, u Uralu i u Australiji. Znatna su nalazišta kod Ščavnice i Kremnice u Čehoslovačkoj.

Prirodno zlato sadrži često nešto srebra ili bakra. Čisto se zlato iz ovih prirodnih slitina dobiva, ako se prirodno zlato zagrijava u azotnoj ili sumpornoj kiselini; kod toga se srebro i bakar rastvore, a zaostaje čisto zlato.

b) **Dobivanje i upotreba zlata.** Ispiranje zlata iz zlatonosnog pijeska vrši se na različite načine. Naprava za ispiranje zlata prikazana na slici 83 ima više kosina sa priječkama iza kojih se kod ispiranja zaustavlja specifično teže zlato. U Kaliforniji i Australiji služi u tu svrhu jednostavna sprava koju nazivaju zipka. To je drvena ili željezna škrinja koja se dade lako potresati i ljuljati. U nju se stavlja zlatonosni pijesak, a preko njega se nalijeva voda. Neprestanim gibanjem zipke voda na nižoj strani zipke istječe i odnosi pijesak, a zlato kao teže od pijeska pada na dno.



Sl. 83. Naprava za ispiranje zlata iz zlatonosnog pijeska. Zlatna zrnca zaostaju iza priječaka kosine.

Poslije ispiranja zlato još nije čisto; ima još u njem sitna pijeska i mulja. Stoga se zaostalom mulju dodaje živa koja rastvori zlato, a pijesak ostaje nedirnut. Ova amalgamacija zlata vrši se i tako da se sitni zlatonosni mulj pušta da pada preko amalgamovanih bakarnih ploča, pa će krupnija zrnca zlata zaostati kao amalgam. Iz amalgama se destilacijom žive odvoji čisto zlato. Kako i poslije amalgamacije zaostaje u mulju još nešto zlata, odlučuju ga s pomoću rastvora kalijskog cijanida, u kojem se sve zaostalo zlato rastvori. Iz tog se rastvora zlato izluči s pomoću cinka.

Hemijski čisto zlato dobiva se elektrolizom.

Zlato je žute boje i jaka metalna sjaja. Ne mijenja se ni na suhu ni na vlažnu uzduhu. U vrućem plamenu neće zlato promijeniti boju ni sjaj. (Zlato se u vatri kuša!) Paramo li zlato nožem, nećemo ostrugati prašak, nego gipku tanku žicu. Zlato je dakle podatno, a ne krhko. Specifična mu je težina 19,3, a tvrdoća 2,5—3. Dade se kovati i vrlo jako rastanjivati; 1 g zlata može se razvući u 2 km dugu žicu; s toliko zlata može se pokriti ploča od 5 m^2. Pojedine mineralne kiseline ne rastvaraju zlato. Ono se rastvara samo u carskoj vodici i rastvoru kalijum-cijanida.

Zlato stvara sa živom amalgam, te se na tom osniva pozlaćivanje predmeta u vatri. Zlato se upotrebljava za kovanje novca, za ukrasne predmete, zubne plombe i za pozlaćivanje.

Zlato se miješa s drugim metalima da bude tvrđe, i to najviše sa srebrom i bakrom. Čistoća zlata, od kojega su izrađeni zlatni predmeti, računa se u karatima. Kaže li se da je zlato 24-karatno, to znači da je sasvim čisto, bez primjesa; 20-karatno ima 20 dijelova čista zlata i 4 dijela srebra ili bakra; 16-karatno ima 16 dijelova zlata i 8 dijelova primjese. Zlatni se novac kuje iz legure zlata sa bakrom. Svaka država miješa bakar sa zlatom u određenom omjeru. U našoj su državi propisane za zlatnu robu četiri finoće: I = 950, II = 840, III = 750, IV = 583. Finoća 900 znači da na 1000 uteznih dijelova legure dolazi 900 dijelova čista zlata i 100 dijelova bakra.

Zlato je u spojevima jednovalentno (auro-spojevi) ili trovalentno (auri-spojevi).

Zlatni hlorid (auri-hlorid), $AuCl_3$, proizvodi se rastvaranjem zlata u carskoj vodici (smjesa od 3 dijela HCl i 1 dijela HNO_3). Upotrebljava se u fotografiji i za pozlaćivanje.

E) *Metali grupe cinka*

1. Cinak, Zn = 65,37

a) Najvažnije rude cinka. Cinak se nalazi samo u spojevima, od kojih su najvažnije rude sfalerit i smitsonit.

Sfalerit ili cinčani blistavac, ZnS, kristalizuje se teseralno, najčešće u dvanaestercima, a dolazi i uprskan u zrnatim nakupinama. To je ruda metalna sjaja, smeđe, crne ili smeđo-žute boje. Ova promjenljivost boje zavisi o količini željeza koje mu je često primiješano. Tvrdoća je 3—4. Ako se tuče, raspada se u žuto-zelen prah. Od njega se dobiva cinak i bijela galica.

Sfalerita ima kod nas u Ivančici kod Ivanca i u Fruškoj Gori kod Ledinaca, a veća su nalazišta u Čehoslavačkoj, Njemačkoj i Rumunjskoj.

Smitsonit (tutijevac), $ZnCO_3$, dolazi rijetko u jasno razvitim kristalima. Tvrdoća mu je 5. U kiselinama se rastvara uz šum. Iz njega se također dobiva cinak. Smitsonita ima kod Kučajne u Srbiji, a veće su ga količine u Austriji, Čehoslovačkoj i Španiji.

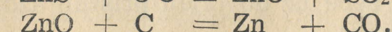
b) Dobivanje cinka. Cinkove rude najprije se prže uz pristup uzduha, te onda nastane cinkov oksid, ZnO. Ovaj se tada u smjesi s ugljem žari u glinenim retortama uz visoku temperaturu (1,100° C), i tako redukuje na cinak.



$$ZnCO_3 = ZnO + CO_2.$$



$$ZnS + 3O = ZnO + SO_2.$$



$$ZnO + C = Zn + CO.$$

Cinak je sjajan metal, modrikastobijele boje, kod obične temperature krhak, a kod više temperature (100—150° C) kovak i razvlačljiv. Ugrijan na uzduhu do 550° C izgara sjajnim plamenom na ZnO. Na suhu se uzduhu ne mijenja, a na vlažnu prevuče se prevlakom bazična cinkova karbonata koji se drži površine i štiti predmet od daljnje oksidacije. Stoga se cinkom oblažu željezne žice, koje se upotrebljavaju za ograde, i drugi željezni predmeti da ne rđaju.

Cinčanim limom pokrivaju se krovovi; od njega se izgrađuju posude i odvodne cijevi. U cinčanom se posuđu ne smiju kuhati i spremati jela, jer se cinak rastvara u organskim kiselinama (octu), a cinčani spojevi su otrovni. Od cinka se lijevaju i različni predmeti, a taljenjem smjese cinka s nekim metalima dobivaju se različite legure.

Cinak dolazi u trgovinu u šipkama, pločama i sitnom zrnju (granuliran).

c) Cinkovi spojevi:

Cink-oksid, ZnO, dolazi u prirodi kao ruda cinkit, a može se proizvesti žarenjem cinka na uzduhu, te se tako naveliko i proizvodi.

Cink-oksid upotrebljava se kao cinkovo bjelilo za pravljenje bijele boje, a ta ne pocrni utjecajem sumporovodika. Ako se dobro izmiješa 10% cinkova oksida s vazelinom, dobije se tako zvana cinkova mast koja se upotrebljava u ljekarstvu.

Cink-sulfat ili bijela galica, $ZnSO_4$, dobiva se žarenjem sfalerita uz pristup uzduha ili rastvaranjem cinka u razrijeđenoj sumpornoj kiselini. Iz vodenog rastvora kristalizuje se cink-sulfat sa 7 molekula kristalne vode. Upotrebljava se kao močilo za vlakna prije bojadisanja i u ljekarstvu.

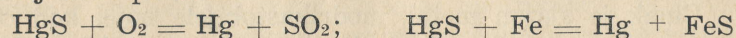
Zink-hlorid, $ZnCl_2$, dobiva se sagorijevanjem cinka u hloru. To je čvrsta bijela materija koja se na uzduhu brzo razmoči. Vodeni rastvor cink-hlorida upotrebljava se za kvašenje drva (impregniranje) da bi se sačuvalo od gnjiljenja.

2. Živa, Hg = 200,61

Žive ima u prirodi uprskane u kamenju u malim kapljicama, ali za dobivanje žive naveliko najvažnija je njezina ruda c i n a b a r i t ili r u m e n i c a.

C i n a b a r i t ili r u m e n i c a, HgS, kristalizuje se u sitnim romboedrima. Metalna je sjaja, crvena crta. Veliko je nalazište rumenice u Almadenu (Španiji), zatim u Idriji (Italija), a ima je nešto i kod Čabra u Gorskom Kotaru i kod Ripnja u Srbiji.

a) **Dobivanje i svojstva žive.** Živa se proizvodi prženjem rumenice same za sebe uz dovoljan pristup uzduha ili u smjesi sa željeznim prahom:



$$HgS + O_2 = Hg + SO_2; \quad HgS + Fe = Hg + FeS$$

Nastale živine pare provode se kroz komore, gdje se ohlade i zgusnu. Ovako dobivena živa čisti se procjeđivanjem kroz kožu, a zatim se konačno još destiluje.

Živa je jedini metal, koji je kod obične temperature tekuć, a istom kod — 39,4° C postaje čvrst i dade se kovati. Ona je srebrno bijele boje, a specifična težina joj je 13,6. Isparuje se već kod obične temperature, a kako su njezine pare otrovne, to mnogo trpe radnici u živinim rudnicima i talionicama. Živa se rastvara u gustoj sumpornoj i azotnoj kiselini. Zbog svoje velike specifične težine upotrebljava se za punjenje barometara. Živa se grijanjem pravilno rasteže, pa se upotrebljava i za punjenje termometara. Za vrlo niske temperature upotrebljuju se termometri sa alkoholom.

Važno je svojstvo žive da rastvara mnoge metale. Ove rastvore zovemo a m a l g a m i. Kako se također zlato i srebro lako rastvara u živi, upotrebljava se ona za pozlaćivanje i posrebrivanje metalnih predmeta u vatri, za dobivanje zlata iz zlatonosnog pijeska i pravljenje zubnih plomba. Amalgam kalaja upotrebljava se za priređivanje zrcala. Sitno razdijeljena živa u masti služi za liječenje kožnih i krvnih bolesti. Te se masti priređuju tako da se živa ili njezini spojevi dobro rastaru i izmiješaju sa običnom masti ili vazelinom.

b) Važniji spojevi žive:

Živa je kao i bakar jednovalentna (merkuro-) i dvovalentna (merkuri-spojevi).

M e r k u r i-o k s i d, HgO, crven je prah, a dobije se grijanjem žive uz pristup uzduha. Daljnjim grijanjem kod povišene temperature otpušta kisik. Upotrebljava se u ljekarstvu za priređivanje živinih masti.

M e r k u r i-h l o r i d ili s u b l i m a t, $HgCl_2$, nastaje rastvaranjem žive u carskoj vodici. Sublimat je rastvorljiv u vodi i alkoholu, a to je najotrovniji spoj žive. Kod otrovanja uzima se kao ustuk mlijeko ili bjelance od jajeta. Sa jako razrijeđenim sublimatom ispiraju se rane, jer djeluje antiseptički. Njegovim rastvorom namače se (impregnira) drvo da se sačuva od gnjiljenja.

M e r k u r o-h l o r i d ili k a l o m e l, Hg_2Cl_2, nastaje djelovanjem sône kiseline ili kuhinjske soli na vodeni rastvor merkuro-nitrata:



$$2HgNO_3 + 2NaCl = Hg_2Cl_2 + 2NaNO_3.$$

Upotrebljava se u ljekarstvu kao sredstvo za čišćenje probavila.

Ž i v i n s u l f i d ili c i n o b a r, HgS, prašak je crvene boje, a proizvodi se iz žive i sumpora. Čist cinobar (vermijon) dosta je stalna boja, jer se ne mijenja na uzduhu i svjetlosti.

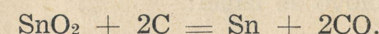
Upotrebljava se kao slikarska i štamparska boja i za bojadisanje pečatnog voska. Kako je cinobar skupa boja, pridodaje joj se često minijuma.

F) Metali grupe kalaja

1. Kalaj ili kositar, Sn = 118,7

Kalaj dolazi u prirodi u rudi k a s i t e r i t u, SnO_2. Najvažnija su nalazišta kasiterita u Čehoslovačkoj, Engleskoj i na Malajskom otočju. Kasiterit dolazi u zrnatim i gustim nakupinama i jasnim kristalima tetragonskog sistema. Često se nađu po dva kristala zajedno sraštena s jednom plohom, prema kojoj su oba kristala simetrijski položena.

a) **Dobivanje i upotreba kalaja.** Kalaj se dobiva žarenjem i redukcijom kasiterita s ugljem.



$$SnO_2 + 2C = Sn + 2CO.$$

To je kao srebro bijeli metal, specifične težine 7,3. Mekan je i kovak, te se dade razvući u tanke listiće (staniol), a u njih se zamataju različne jestvine (sir, čokolada, čaj i dr.). Ako previjamo kalajnu šipku, čuje se neko škripanje zbog međusobnog trenja kristalnih ploha, jer je kalaj u svojoj unutrašnjosti kristalna sastava. Kalaj se na uzduhu uz običnu temperaturu ne mijenja. On je na uzduhu najstalniji od svih prostih metala. Rastvara se u sônoj i sumpornoj kiselini, a azotna ga oksiduje na SnO_2.

Kalaj se upotrebljava za izrađivanje različitih predmeta i legura. Njime se prevlači (kalajiše) bakreno i željezno posuđe, tako da se očišćeni predmeti umaču u rastaljeni kalaj.

B r i t a n i j a - m e t a l je legura kalaja i antimona iz koje se priređuju žlice i drugo stolno posuđe.

B i j e l i m e t a l je legura kalaja, antimona i bakra, a od nje se prave ležaji za osovine strojeva.

b) Spojevi kalaja:

Kalaj je u svojim spojevima dvovalentan (stano-spojevi) i četverovalentan (stani-spojevi).

S t a n o - h l o r i d, $SnCl_2$, nastaje rastvaranjem kalaja u sônoj kiselini, a upotrebljava se u bojadisarstvu kao močilo.

S t a n i - s u l f i d, SnS_2, nastaje žarenjem kalajnog praška sa sumporom i salmijakom. To su žuti poput zlata sjajni listići koji se kupuju pod imenom m u s i v n o z l a t o. Oni se upotrebljavaju za lažno pozlaćivanje okvira, tapeta, gipsanih predmeta itd.

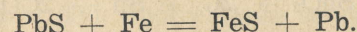
2. Olovo, Pb = 207,22

Olova ima u prirodi samo u spojevima. Nazvažnija je njegova ruda olovni sjajnik ili galenit.

O l o v n i s j a j n i k ili g a l e n i t, PbS, kristalizuje se u kockama i osmercima ili njihovim kombinacijama, a stvara također i zrnate nakupine. Kala se paralelno s plohama kocke, po čemu se lako prepoznaje od antimonova sjajnika. Galenit je sive boje i metalna sjaja. U njemu ima obično nešto i drugih elemenata, naročito srebra koje iz njega i vade.

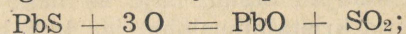
Ove rude ima na mnogo mjesta u našoj domovini: u Bosni: kod Vareša, Bugojna i Kreševa; u Srbiji: na Avali, kod Majdana i kod Novog Brda; u Sloveniji: kod Žalca i Škofje Loke. Mnogo ga nalaze u Austriji, Čehoslovačkoj, Španiji i Engleskoj.

a) **Dobivanje i upotreba olova.** Olovo se dobiva taljenjem smjese galenita sa željeznom pilovinom, pri čem se željezo spaja sa sumporom, a olovo se izluči:

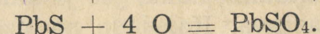


$$PbS + Fe = FeS + Pb.$$

Po drugom postupku galenit se najprije prži uz pristup uzduha, kod čega jedan dio prelazi u olovni oksid i olovni sulfat, a drugi dio galenita ostaje nepromijenjen:

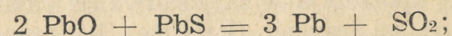


$$PbS + 3\,O = PbO + SO_2;$$

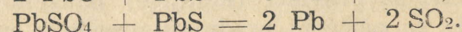


$$PbS + 4\,O = PbSO_4.$$

Daljnjim prženjem kod više temperature bez pristupa uzduha olovni se oksid i olovni sulfat redukuju djelovanjem preostalog sulfida na elementarno olovo:



$$2\,PbO + PbS = 3\,Pb + SO_2;$$



$$PbSO_4 + PbS = 2\,Pb + 2\,SO_2.$$

Olovo je modrikastosive boje. Ono je tako mekano da se dade nožem rezati, a na prerezu je jaka sjaja. Na papiru zaostavlja trag. Specifična mu je težina 11,34. Na uzduhu dobiva sivu prevlaku od olovnog oksida, a ta ga štiti od daljne oksidacije. Olovo se lako rastvara u azotnoj kiselini, a uz pristup uzduha rastvara se polagano i u organskim kiselinama. Olovo i njegovi spojevi su otrovni.

Olovo se upotrebljava za pravljenje vodovodnih cijevi. Premda ga čista voda nešto rastvara, njegova je upotreba za vodovodne cijevi moguća, jer se iz tvrde vode istaloži u cijevima sloj karbonata, a taj priječi daljnje djelovanje vode na olovo. Njega upotrebljavaju za učvršćivanje željeza u kamenu. Od olova se prave ploče za akumulatore. Njegove legure s arsenom i antimonom spomenuli smo kod tih elemenata.

b) Važniji spojevi olova:

M a s i k o t i o l o v n a g l e đ a, PbO. Djelovanjem uzduha na rastaljeno olovo nastaje žut prašak, m a s i k o t. Ako prašak masikota daljnim prženjem rastalimo, hlađenjem će se iskristalizovati žuti listići olovne gleđe. Masikot se upotrebljava kao žuta boja, a gleđa za pravljenje glazure na glinenom posuđu i u industriji stakla.

M i n i j u m, Pb_3O_4, dobiva se, ako zagrijavamo masikot duže vremena na 300-400° C uza slobodan pristup uzduha. To je težak prašak crvene boje, a služi najviše kao dodatak kod priređivanja uljene boje za premazivanje željeznih predmeta da ne rđaju, zatim u industriji stakla i žigica.

Smjesu minijuma i firnisa upotrebljavaju limari kao ljepilo (zamaz) kod spajanja cijevi.

O l o v n i s u p e r o k s i d, PbO_2, kisikom je najbogatiji olovni oksid, te dolazi kao oksidaciono sredstvo na glavicama žigica.

O l o v n o b j e l i l o dobiva se djelovanjem octene kiseline i ugljik-dioksida na olovo i olovni oksid. Ono dobro pokriva druge boje, pa se mnogo upotrebljava i dolazi u uljenim bojama za ličenje i slikarstvo. Olovno je bjelilo otrovno kao što su i svi drugi olovni spojevi, te se njime ne smiju ličiti dječje igračke i tapete. Pod utjecajem sumpor-vodika potamni, jer se pri tom stvara smeđi olovni sulfid.

G) Metali grupe željeza

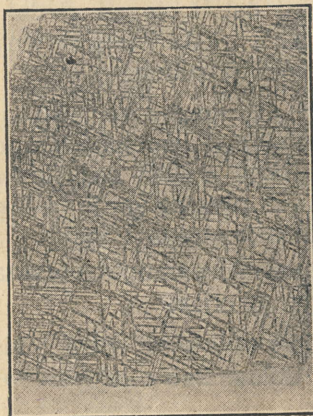
1. Željezo ili gvožđe, Fe = 55,84

a) **Prirodno željezo i željezne rude.** Željezo dolazi u prirodi samorodno vrlo rijetko, i to kao t e l u r n o i m e t e o r n o. U nekom kamenju, na pr. bazaltu, nađeno je nešto željeza u obliku zrnaca i listića. Ovakovo željezo naziva se t e l u r n o. Ali se nalazi i željeza koje je u većim ili manjim komadima

palo na zemlju iz svemira. Ono potječe od razbijene jezgre svemirskih tjelesa i naziva se meteorno željezo.

Tako su godine 1751 dana 16 maja pali kod sela Hrašćine u Hrvatskom Zagorju željezni meteoriti. Veći komad, težak 40 kg, čuva se još i danas u bečkom prirodoslovnom muzeju. Taj je meteorit, nazvan zagrebački, važan i stoga, jer su na njemu prvi put ispitana svojstva meteornog željeza. Bečki tvorničar Vidmanšteten (Widmannstätten) izbrusio je na njemu plohu koju je prelio azotnom kiselinom, pa se na ploči ukazao osobit crtež (Vidmanštetenove figure sl. 84).

Proučavanjem našeg meteornog željeza utvrđeno je nadalje da je ono kristalizovano u teseralnom sistemu. U meteornom željezu ima uvijek nikla, katkada i preko 20%, zatim nekih drugih elemenata, kao na pr. silicijuma i sumpora.



Sl. 84. Vidmanštetenove figure na meteornom željezu.

Sve goleme količine željeza, koje se troše u industriji, dobivaju se iz željeznih ruda: magnetita, hematita, limonita i siderita.

Magnetit, Fe_3O_4 (sa 72,36% željeza), kristalizuje se u jasno razvitim osmercima koji su često po dva srasli u blizance. Više dolazi u gustim i zrnatim nakupinama. Magnetit je crne boje i crna crta, a metalna sjaja. Tvrdoća mu je 6. Ime magnetit potječe mu otuda što privlači i drži željeznu pilovinu.

Hematit ili crvena željezna ruda, Fe_2O_3 (sa 70% željeza), kristalizuje se u heksagonskom sistemu u romboedrima, ali je mnogo razvit i u lisnatim, vlaknastim, zrnatim, bubrežastim i zemljastim nakupinama. Kristali su mu crne boje i kovna sjaja, a gromadaste nakupine crvene su boje i crvena crta. Tvrdoće je 5,5—6,5. Atmosferskim trošenjem, tj. djelovanjem uzduha, vode i ugljik-dioksida, prelazi hematit u limonit. Hematit je najvažnija željezna ruda. Jako je raširen, a na nekim mjestima razvio se upravo u velikim količinama. On dolazi i u mnogom kamenju u obliku sitna praha, te je od njega ono i obojadisano crvenom bojom.

Limonit ili gnjeda željezna ruda, $Fe_2O_3 . xH_2O$ (sa 40—60% željeza), ne javlja se u prirodi u stalnim izrazitim oblicima. Dolazi u gromadastim i sigastim nakupinama, a katkad i u sitnom zrnju. Tvrdoća, boja i druga fizikalna svojstva su mu nestalna, naročito kod onih limonita, koji su zemljasta sastava. Limonit je crne, smeđe, žute ili žutosmeđe boje. Ugrijan u jakoj vatri pocrveni, pa od primiješanog limonita i pečena glinena roba pocrveni. U njemu ima često i nekih drugih spojeva, kao na pr. mangan-oksida, aluminijum-oksida i kremene kiseline.

Limonit nastaje tamo gdje se atmosferskim djelovanjem troše druge željezne rude, te je u prirodi jako raširen.

Siderit, $FeCO_3$ (sa 48,3% željeza), dolazi u kristalima heksagonskog sistema, a još više u gromadastim nakupinama u kojima je gust ili zrnat. On je obično žutosive boje. Često je u njemu pomiješane kremene kiseline, uglja i gline.

Svih pomenutih željeznih ruda ima u našoj državi. Glavna njihova ležišta pružaju se od sjeverozapada prema jugoistoku, od Triglava do Južne Makedonije. Najveća su nalazišta kod Jesenica, Grosuplja, Novog Mesta i Metlike, u Petrovoj i Trgovskoj Gori, kod Ljubije, Majdanpeka i Vareša, na Kopaoniku i oko Lima.

Pirit ili željezna pakovina, FeS_2. Kristalizuje se u teseralnom sistemu, i to u kockama i pentagonskim dodekaedrima. Na plohama većih kristala vide se usporedne pruge. Pirit je metalna sjaja, žute boje poput mesinga. Tvrdoća mu je 6—6,5, i ako ga čekićem udaramo, lako se krši. U prirodnom piritu često ima primiješanih drugih elemenata, naročito bakra (0,5—5%) i nešto srebra. Na pirit u prirodi djeluje kisik i ugljik-dioksid i pretvaraju ga redom u hematit i limonit ili u siderit. Kod toga pretvaranja pirta razvije se nešto i sumporne kiseline koja djeluje na okolne druge rude (nastaju sulfati). Usporedno s ovim hemijskim promjenama nastaje i toplina, od koje se više puta zapale čitave ugljene naslage, ako u primjesi sadrže te rude.

Pirit se upotrebljava za dobivanje sumporne kiseline, za priređivanje željezne galice i drugih željeznih spojeva.

Pirit dolazi uz druge rude. Najvažnija su njegova ležišta kod nas kod Majdanpeka i Bora i oko Kratova.

Vježbe: Izračunaj postotak željeza u magnetitu, Fe_3O_4. Odgovor:
Atomska težina željeza = 55,84; dakle Fe_3 = 167,52
Atomska težina kisika = 16 ; dakle O_4 = 64

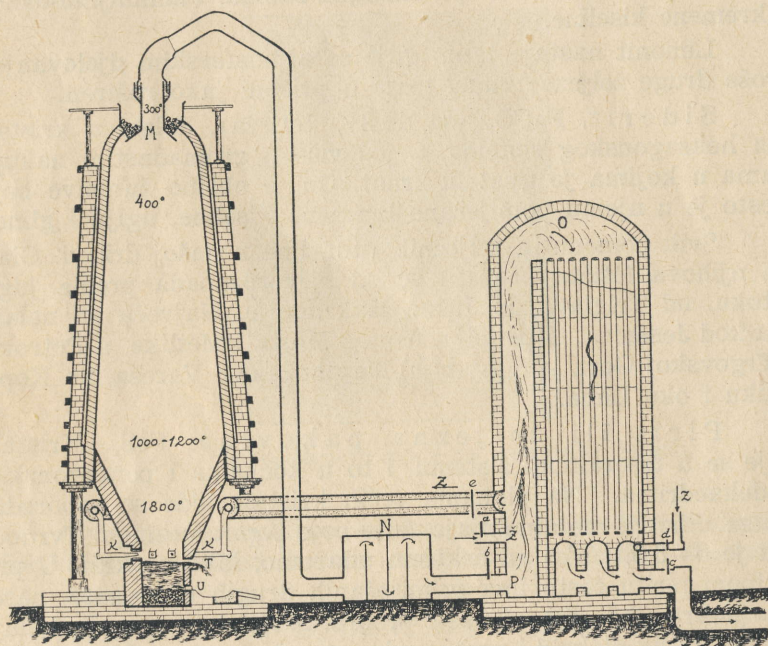
Molekulska težina Fe_3O_4 = 231,52

U 231,52 dijelova magnetita, (Fe_3O_4), imade 167,52 dijelova željeza
U 100 „ „ „ „ X „ „

X = 72,36% željeza.

Željezo, koje se u različite svrhe upotrebljava, nije hemijski čisto, jer sadrži nešto ugljika i drugih elemenata. Iz željeznih ruda dobiva se najprije sirovo željezo, a iz ovoga se onda dalje proizvodi kovko željezo i čelik.

b) **Dobivanje sirova željeza.** Sirovo se željezo proizvodi redukcijom željeznih ruda u visokoj peći. Ta je peć (sl. 85)



Sl. 85. Visoka peć za dobivanje sirova željeza.

Uz visoku peć nalazi se više grijala O koja se predgrijavaju toplinom sagorijevanja vrućih plinova što dolaze iz zjala M. Očišćeni od prašine kod N ulaze u grijalo kod P i izmiješani sa uzduhom kod Ž izgaraju. Kroz dovoljno zagrijano grijalo provodi se onda uzduh Z koji se tako predgrije i pod pritiskom tjera u peć kod K. Dok sagorijevaju zjalni plinovi, otvoreni su ventili a, b i c. Daljni dolazak i zagrijavanje grijala obustavlja se zatvaranjem tih ventila, nakon čega valja odmah otvoriti ventile d i e za dovođenje uzduha.

Najdonji dio peći ima dva otvora T i U; kroz gornji curi drozga, a kroz donji ispušta se 3—4 puta na dan rastaljeno sirovo željezo.

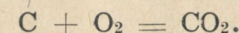
visoka 25—30 m, a uzidana je od vatrostalnih opeka. Na vrhu je širok otvor (zjalo) za punjenje. Postrance se u donjem dijelu peći nalaze otvori za dovođenje uzduha, a sasvim u podnožju dva su otvora, gornji za ispuštanje troske, a onaj pri dnu za ispuštanje sirova željeza u užarenom tekućem stanju.

Željezne rude dolaze u prirodi obično onečišćene sa različitim primjesama: vapnencem, dolomitom, aluminijskim oksidom, glinom itd. Te je primjese teško odijeliti od željeza, jer im je talište više od tališta željeza. Zbog toga se željeznoj rudi prema vrsti ovih stranih primjesa dodaju t. zv. talionički dodaci. Oni su tako odabrani i odmjereni da u visokoj peći daju sa stranim rudnim primjesama lako taljive silikate. Tako se sve primjese, što onečišćavaju željeznu rudaču, međusobno istale i onda isplivaju na površinu rastaljena željeza kao neka pjena, a ovu zovemo troska ili zgura. Ako željezna ruda sadrži u primjesi vapnenca ili dolomita, dodaje joj se prije sipanja u visoku peć kremena ili gline, a ako sadrži kremena i gline, dodaje joj se vapnenca ili dolomita.

Željezne rude moraju se najprije smrviti u komade koliko šaka i onda miješati sa talioničkim dodatkom.

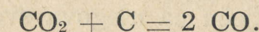
Kao reduktivno sredstvo stavlja se s rudom u peć drveni ugalj ili koks. Na 3 tone rude dodaje se 1 tona uglja. Peć se puni tako da se kroz zjalo izmjenično sipa koks i željezna ruda koja sadrži u primjesi talionički dodatak.

U početku rada sa novo uzidanom visokom peći mora se ona najprije marljivim loženjem kroz više dana dobro zagrijati (raspaliti). Nakon toga istom slijedi punjenje izmjeničnim dodavanjem uglja i rude odozgo. Jakim dovođenjem uzduha pod najdonji sloj uglja sagori ugljik uz obilan pristup kisika potpuno na CO_2:



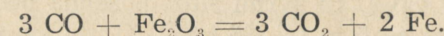
$$C + O_2 = CO_2.$$

Ovaj se, prelazeći kroz više ležeće naslage ražarena uglja, reducira na ugljik-monoksid:



$$CO_2 + C = 2\ CO.$$

Ugljik-monoksid djeluje tada reduktivno na željeznu rudu i oduzima joj kisik, a kod toga on sam prelazi natrag u CO_2



$$3\ CO + Fe_2O_3 = 3\ CO_2 + 2\ Fe.$$

Nastali CO_2 se u slijedećim gornjim slojevima zažarena uglja ponovno redukuje na ugljik-monoksid. On opet može višem sloju željezne rude da oduzima kisik.

Redukcijom nastalo željezo primi nešto ugljika i rastaljeno kaplje na dno visoke peći. U visokoj se peći ujedno stali i talionički dodatak sa primjesama što onečišćuju željeznu rudu. Talina preuzme sebi i pepeo iz koksa, te se tako stvara

troska. Ona pliva kao pjena na užarenoj tekućoj željeznoj masi i štiti je od oksidacije. Svakih 6—8 sati ispušta se najprije kroz viši otvor troska, a onda kroz donji otvor užarena masa. Željezna masa iscuri i hvata se u kalupe koji su kod manjih peći obično napravljeni u pijesku. Tako se dobiju veći ili manji komadi sirova željeza.

Ohlađena čvrsta troska ili zgura različne je boje i gustoće, već prema sastavu materijala od kojega je nastala. Troska se sastoji pretežno od kalcijskog i aluminijskog silikata. Stučena upotrebljava se obično za posipavanje cesta. Kod nas su talionice sirova željeza u Varešu, Vranovini (kraj Topuskog) i u Bešlincu.

c) **Vrste tehničkog željeza.** Sirovo je željezo u visokoj peći primilo nešto ugljika (2,3—5%) i time je postalo lakše taljivo. O količini ugljika zavise i druga njegova svojstva. Osim ugljika mogu doći u sirovu željezu i drugi elementi (silicijum, mangan, fosfor i sumpor). Prema prilikama prima ih željezo više ili manje iz talioničkih primjesa. Oni mogu također znatno utjecati na svojstvo željeza.

Ako sirovo željezo sadrži više mangana (2%) nego silicijum, (½%), naziva se bijelo sirovo željezo. Ono je tvrdo i krto, a tali se kod 1100° C. Od njega se daljnjim prerađivanjem dobiva kovno željezo i čelik.

Ako u sirovu željezu ima više silicijuma (2%) nego mangana (1%), zove se sivo sirovo željezo. Ono je manje krto, a može se piliti, blanjati i bušiti. Kad se rastali, žitko je, pa ispunjava dobro kalupe i služi za lijevanje različitih predmeta.

Sirovo se željezo ne dade kovati, jer se u žari rastali, prije negoli omekša.

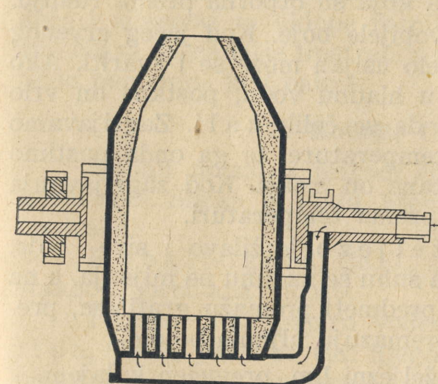
Kovko željezo. Od sirova se željeza proizvodi kovko željezo i čelik. Ovo prerađivanje sastoji se u tome da se sirovu željezu oduzme veći dio ugljika, zatim sumpor, fosfor i silicijum, jer štetno utječu na njegova svojstva.

Dobivanje kovkog željeza vrši se po Besemerovu (Bessemer) postupku, koji su usavršili Tomas i Gilhrist, godine 1880. U tu svrhu služi posebna posuda, kruškasta oblika, visoka 4—5 m (sl. 86 i 87). U nju može stati oko 15 do 20 tona sirova željeza. Besemerova kruška, ili konverter, izgrađeni su od vrlo debela lima, a iznutra obloženi sa crepovima dolomita (smjesa kalcijskog i magnezijskog karbonata).

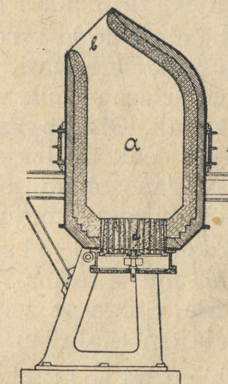
Kroz rupičavo dno duva se struja zgusnutog uzduha i pritiskom protjeruje kroz rastaljeno i užareno sirovo željezo u krušci. Kisik uzduha spali jedan dio ugljika i sumpor, te plinoviti oksidi ovih elemenata izlaze na gornji otvor posude. Silici-

jum i fosfor, koliko dolaze u sirovu željezu, također se oksiduju. Od fosfora nastaje fosfor-pentoksid (P_2O_5), a istodobno prelaze i karbonati kalcijuma i magnezijuma, kojima je obložena unutarnja strana posude, žarenjem u okside CaO + MgO). Fosfor-pentoksid veže se na te bazične okside u obliku fosfata, pa tako nastaje Tomasova troska. Ona se poslije nekog vremena vadi iz peći, melje u brašno i upotrebljava kao vještačko gnojivo (Tomasovo brašno).

Dokazano je da već male količine fosfora (0,3%) čine željezo krhko, ako zaostanu u njemu. Sadrži li željezo više od



Sl. 86. Konverter u kojemu se rastaljenom sirovom željezu oduzima s pomoću uzdušnog kisika sumpor, fosfor, silicijum i veći dio ugljika. Dno konvertera ima 100—150 rupica kroz koje se silom protiskuje uzduh. Promjer tih otvora iznosi 1—3 cm; na slici rupice su nešto preuveličane.



Sl. 87. Isti konverter kao i na sl. 86, samo zaokrenut za 90°. Kod punjenja konverter se spusti zaobljenom (leđnom) stranom prema dolje u horizontalni položaj. U tom položaju ulije se rastaljenog sirovog željeza kroz otvor b toliko da ono ne dosegne visinu rupica. Nakon toga počne se tiskati uzduh, i onda se istom uspravlja konverter. Tako sirovo željezo ne može procuriti ni kod punjenja ni kod daljnjega rada kroz otvore na dnu.

0,4% silicijuma, onda se raspada pod udarcem čekića, a ako ima samo 0,1% sumpora, lako se lomi i drobi.

Kovno željezo sadrži 0,1—0,5% ugljika. Ono je mekše od sirova željeza i čelika. Osobito je podatno i može se kovati i obrađivati, naročito kod crvenog usijanja. Kod jačeg užarenja dadu se dva komada pritiskom međusobno variti.

Čelik, ocal ili nado. U čeliku ima 0,5-1,7% C. Obično se proizvodi na taj način da se u rastaljenom stanju miješa u određenom omjeru kovko i sirovo željezo. Taj način dobivanja čelika uveli su u praksu prvi braća Marten (Martin). Kao

kovko željezo uzimaju se i pretaljuju stari i istrošeni željezni predmeti.

Po Martenovu postupku dobiveni se čelik upotrebljava za pravljenje običnog oruđa, nosača za mostove, zupčanika itd.

S p e c i j a l n e v r s t e č e l i k a sadržavaju u primjesi niklja, mangana ili hroma. Proizvode se na taj način da se u grafitne lonce stavi oko 40 kg čelika i tomu se pridodaju potrebne količine pomenutih metala. Napunjeni grafitni lonci dolaze u plamene peći u kojima se čelik sa pridodatim plemenitijim metalima što jednoličnije stali. Od ovog čelika prave se finija oruđa, cijevi za puške i posuđa koja su otporna prema rđanju.

Obični čelik je tvrd i sivobijele boje. Kod jačeg crvenog usijanja dade se kovati, a bijelo usijan može se i svariti. Ako se crveno užaren čelik uroni u hladnu vodu, postane on vrlo tvrd i krhak. Obično kažemo da se čelik k a l i. Zagrijavamo li zakaljen čelik do izvjesne temperature, te ga onda pustimo da se polagano ohlađuje, postane on mekši. Kod zagrijavanja čelik mijenja svoju boju već prema temperaturi.

H e m i j s k o č i s t o ž e l j e z o je žilavo i sive boje. Specifična mu je težina 7,8. Na suhu se uzduhu ne mijenja, a na vlažnu rđa. Stoga se željezni predmeti premažu grafitom, prevuku kalajem (kalajišu), ili premazuju uljnom bojom.

Obični b i j e l i l i m je željezni lim, prevučen kalajem.

d) **Važni spojevi željeza.** Željezo je u spojevima dvovalentno (fero-spojevi) ili trovalentno (feri-spojevi).

Ž e l j e z n i o k s i d (feri-oksid), Fe_2O_3, dolazi u prirodi kao ruda h e m a t i t. Upotrebljava se i kao c r v e n a b o j a. Ako ga dodamo staljenoj staklovini, obojadisaće je žuto ili crvenkasto.

Ž e l j e z n i h l o r i d (feri-hlorid), $FeCl_3$, nastaje žarenjem željeza u struji hlora ili također rastvaranjem feri-oksida u sônoj kiselini. Upotrebljava se u bojadisarstvu i u ljekarstvu za zaustavljanje krvi.

Ž e l j e z n a g a l i c a (fero-sulfat), $FeSO_4$, dobiva se rastvaranjem željeza u sumpornoj kiselini. Kristalizuje se u zelenim kristalima monoklinskoga sistema sa 7 molekula kristalne vode. Stajanjem na suhu uzduhu gubi ta galica kristalnu vodu, osobito na površini, i raspada se u bijel prah.

Ako rastvoru zelene galice dodamo tanina u vodenom rastvoru, nastaće vremenom uz nazočnost kisika iz uzduha crna tekućina (mastilo). Zelena galica upotrebljava se za priređivanje mastila i u bojadisarstvu. Kao desinfekciono sredstvo djeluje povoljno, osim toga otklanja i neugodne mirise materijama koje trunu. Ona može, naime, da veže plinove NH_3 i H_2S što kod truljenja nastaju.

+2. Nikal, Ni = 58,69

Nikal se ne nalazi slobodan u prirodi osim nešto u meteornom željezu. Najvažnija je njegova ruda g a r n i e r i t (nikal-magnezijum-silikat) koji dolazi u velikim količinama u Novoj Kaledoniji.

Nikal je tvrd i čvrst metal bijele boje. Dade se kovati i tanjiti u žice i listiće. Ulaštena površina nikla bjelja je od srebra i pokazuje lijepu sjajnost, a na uzduhu ne rđa. Zbog toga je velika upotreba nikla za niklovanje željeznih predmeta.

Mnogo se potroši nikla za n i k l e n i č e l i k u kojem ga ima 4—5%. Nikleni se čelik upotrebljava zbog svoje velike tvrdoće i žilavosti za oklope ratnih brodova i za cijevi od topova. Nikal se nadalje upotrebljava i za priređivanje legura koje su pomenute kod bakra.

+3. Kobalt, Co = 58,94

Kobalt dolazi u prirodi spojen u rudama sa arsenom i sumporom. Sličan je niklu. Elementaran kobalt nema tehničke upotrebe.

K o b a l t-o k s i d, Co_2O_3, upotrebljava se za bojadisanje stakla i porculana modro.

Pišemo li na papiru vodenim rastvorom k a b a l t-h l o r i d a, $CoCl_2$, jedva se vidi njegova slaba crvena boja. Ako papir osušimo, slova poplave i postanu vidljiva.

+4. Mangan, Mn = 54,93

Mangan se nalazi u spojevima, i to najviše u mangan-dioksidu (piroluzitu), MnO_2. Kod nas ga ima na više mjesta (Vareš, Petrova i Zrinjska Gora, Kopaonik itd.).

Iz piroluzita dobiva se mangan obično redukcijom sa ugljem kod visoke temperature. Mangan je sjajan i tvrd metal, sivocrvenkaste boje. Primiješan željezu stvara f e r o m a n g a n, jednu vrstu tvrdog čelika.

M a n g a n-d i o k s i d, MnO_2, lako otpušta svoj kisik. Općenito se upotrebljava kao oksidaciono sredstvo i za dobivanje hlora.

K a l i j u m-p e r m a n g a n a t, $KMnO_4$, djeluje osobito jako oksidaciono. Upotrebljava se kao desinfekciono sredstvo, a njegov rastvor služi za ispiranje rana.

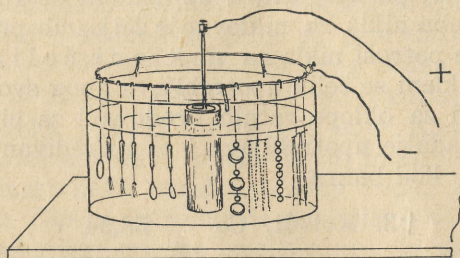
Posrebrivanje, pozlaćivanje i niklovanje predmeta

Posrebrivanje, pozlaćivanje i niklovanje predmeta, načinjenih iz prostih metala, vrši se na dva načina, i to: a m a l g a m o v a n j e m i g a l v a n s k o m s t r u j o m.

1. A m a l g a m o v a n j e. Srebro, zlato i nikal rastvori se u živi, pa se takovim rastvorom (amalgamom) prevuku do-

tični metalni predmeti. Prevučeni se predmeti onda griju da se ispari živa, a srebrna, zlatna ili nakalna prevlaka na njima zaostane.

2. Galvansko pozlaćivanje, posrebrivanje i niklovanje provede se mnogo brže i savršenije. U posudi, u kojoj se vrši elektroliza (sl. 88), rastvori se sô onog metala kojim že-



Sl. 88. Galvansko posrebrivanje. U posudi se nalazi rastvor srebrne soli. Kao anoda (+) služi srebrni lim, a na katodi (—) obješeni su predmeti za posrebrivanje.

limo prevući neki predmet, načinjen iz prostijeg metala. Na negativnu elektrodu (katodu) pričvrsti se i objesi sam predmet, a kao pozitivna elektroda (anoda) služi komadić srebra, zlata ili nikla, već prema tome da li hoćemo predmet posrebriti, pozlatiti, ili poniklovati.

U slučaju posrebrivanja nalijemo u posudu rastvor srebrne soli ($AgNO_3$) i elektrode spojimo sa polovima baterije. Djelovanjem struje rastavlja se srebrna sô tako da se srebro izlučuje na katodi, dakle baš na predmetu koji je tamo obješen i koji želimo posrebriti. Ostatak soli ($— NO_3$) putuje istodobno do anode i spaja se s anodnim srebrom, dakle rastvara srebrnu pločicu koju smo uzeli kao anodu. Time se koncentracija srebrne soli u posudi izjednačuje, to jest koliko se srebra djelovanjem struje izluči na predmetu (katodi), baš toliko ga opet prijeđe u rastvor s anode. Rastavljanje srebrne soli izlučivanjem srebra na površini predmeta (katode) nastavlja se sve dotle dok su elektrode vezane s baterijom i dok se sve anodno srebro postepenim rastvaranjem konačno ne istroši.

Istim se postupkom predmeti pozlaćuju i nikluju.

Razumljivo je da se u posudi onda mora rastvoriti samo zlatna ili nikalna sol. Kao anoda mora se staviti zlatna ili nikalna pločica, a predmet je uvijek uronjen u rastvoru kao katoda.

H) Metali grupe hroma

1. Hrom, Cr = 52

Hrom se nalazi u prirodi samo u spojevima, a najčešće dolazi u rudi hromitu, $FeO.Cr_2O_3$. Hromita ima dosta kod nas u Južnoj Srbiji i Bosni.

Hrom je bijel sjajan metal, velike tvrdoće, te se od njega prave sprave za rezanje čelika.

Žarenjem hromita sa kalijum-hidroksidom uz pristup uzduha dobiva se kalijum-bihromat, $K_2Cr_2O_7$. On se kristalizuje u triklinskom sistemu, a boje je narančasto crvene. Vrlo je bogat kisikom, pa se upotrebljava kao oksidaciono sredstvo, a osim toga za strojenje koža, u industriji katranskih boja i za punjenje galvanskih članaka.

Ako se rastvoru kalijum-bihromata doda nešto rastvorene lužine (KOH), nastane žuti kalijum-hromat, K_2CrO_4.

Rastvori svih hromovih spojeva su otrovni.

Od rijetkih metala, koji su po svojstvima srodni hromu, vrijedno je pomenuti volfram. Taj metal dodaje se čeliku da mu se poboljšaju svojstva, te se tako dobije vrlo cijenjeni volframov čelik. Od volframa se prave i niti za električne žarulje. U tu svrhu mogu se općenito upotrebiti samo metali sa vrlo visokim talištem, kao na pr. osmijum (talište 2500° C) i tantal (talište 2850° C). U električnim osram-lampama napravljene su niti od legure osmijuma i volframa.

F. Hanaman je zajedno sa A. Justom prvi izradio praktičnu metodu za izvlačenje finih metalnih niti i upotrebio je volframove niti za električne sijalice (1902 i 1903.). Hanaman je profesor tehničkog fakulteta Univerziteta u Zagrebu.

I) Metali grupe platine

1. Platina, Pt = 195,2

Platina dolazi samorodna u prirodi, ali nikada potpuno čista, nego uvijek legirana sa srodnim metalima. Ti metali jesu: iridijum Ir = 193,1; paladijum, Pd = 106,7; osmijum, Os = 190,8; rodijum, Rh = 102,9 i rutenijum, Ru = 101,7.

Najvažnije je nalazište platine u Uralu, odakle dolazi 95% sveukupne svjetske proizvodnje. Ima je također u Kaliforniji, Braziliji i Australiji.

Platina je sjajan metal sivkastobijele boje. Specifične je težine 21,45. Na uzduhu se ne mijenja. Tali se istom u plamenu praskavcu (1764° C), a rastvara se samo u vrućoj carskoj vodici. Zbog visoka tališta i zbog velike otpornosti spram sviju

kiselina, osim carske vodice, upotrebljava se za pravljenje hemijskog posuđa. Ipak se u platinenoj posudi ne smiju grijati oni metali i metalni oksidi koji se lako redukuju, jer ti metali stvaraju s platinom lako taljive legure. Platina se upotrebljava u elektroteknici za elektrode i u zubarstvu.

Žarenjem i redukcijom nekih spojeva platine dobiva se siva porozna spužvasta platina koja može na svojoj površini zgusnuti plinove i djelovati kao katalizator za ubrzavanje hemijskih reakcija.

+ *Dobivanje metala na veliko (metalurgija)*

Plemeniti metali, kao na pr. zlato i platina, odlikuju se vrlo slabim afinitetom prema drugim elementima, pa zato u prirodi i dolaze samo u elementarnom stanju. Te metale dobivamo jednostavnim ručnim odabiranjem ili mehaničkim ispiranjem od pijeska i drugih mineralnih nečistoća. Srebro i neki prosti metali dolaze u prirodi također u elementarnom stanju, ali za dobivanje naveliko od važnosti su za sve samo njihovi spojevi. Teški metali dolaze u prirodi vezani u velikim količinama, osobito na kisik i sumpor, te se ponajviše i dobivaju iz tih spojeva. Minerale, iz kojih dobivamo teške metale, zovemo općenito rudama, a o postupku dobivanja metala naveliko uči nas posebna nauka metalurgija.

Iz oksidičnih ruda dobivaju se metali redukcijom, a kod toga se na metal vezani kisik oduzima obično užarenim ugljikom što dolazi u uglju ili koksu. U nekim slučajevima redukcija se oksida provodi usporedo i sa ugljik-monoksidom.

Kod metala, koji se kod visoke temperature ne isparavaju (željezo), redukcija se s ugljem vrši u otvorenim visokim pećima, dok se kod isparljivih metala (cinka) redukcija obavlja u zatvorenim retortama ili mufolama. Metalnim oksidima, koji se teško redukuju (hrom-oksid), oduzimamo kisik s pomoću aluminijuma. Kod toga se postizava vrlo visoka temperatura, te se na ovaj način mogu dobivati iz oksida samo teško taljivi metali.

Kod dobivanja metala iz sulfidičnih ruda treba ove prženjem na uzduhu najprije prevesti u okside ($ZnS + 3O = ZnO + SO_2$). Ti se onda redukcijom prevode u metale na isti način kao što je pomenuto za oksidične rude. Iz sulfidičnih ruda nekih skupocjenijih metala otstranjuje se sumpor taljenjem sa željezom, jer ono može na sebe da primi sumpor, vezan u rudi ($HgS + Fe = FeS + Hg$).

Osobito čisti metali dobivaju se elektrolizom staljenih ruda. Laki metali, kao na pr. Na, K, Mg i Ca, dobivaju se također elektrolizom njihovih rastaljenih hlorida.

Vježbe: 1) Prikaži hemijskom jednadžbom redukciju kasiterita i cinkita! Odgovor: $SnO_2 + C = Sn + CO_2$; $ZnO + C = Zn + CO$. 2) Prikaži redukciju hematita s pomoću ugljik-monoksida! Odgovor: $Fe_2O_3 + 3CO = Fe_2 + 3CO_2$.

+*Pojam metala i njihova podjela*

Metali su neprozirni, osim tankih listića zlata i srebra koji propuštaju nešto svjetlosti. Svi metali, osim žive, kod obične su temperature čvrsti. Glatka površina metala pokazuje osobitu sjajnost, a boja im je bijela ili siva, osim kod zlata i bakra. Svi metali provode dobro toplinu i elektricitetu, a najbolji su vodiči srebro i bakar. Kovanjem i valjanjem metali se rastežu i zadrže trajno zadobiveni oblik. Metali se razlikuju među sobom po tvrdoći: Neki su metali, kao na pr. natrijum i kalijum, mekani kao vosak, a olovo i kositar dadu se rezati nožem. Zagrijavanjem prime metali najprije crvenu žar (600°), daljnjim dovođenjem topline počne izbijati žuta žar (1000°), a kod najviših temperatura pokaže se bijela žar (1300°).

Metale dijelimo po specifičnoj težini na lake i teške. Metali su laki, ako im je specifična težina ispod 5 (1 cm^3 važe manje od 5g). Ovamo idu: Na, K, Ca, Mg i Al. Teški su metali sa specifičnom težinom iznad 5. Najvažniji su teški metali: Zn, Ni, Fe, Mn, Cr, Co, Sn, Pb, Cu, Hg, Ag, Au, Pt.

Čvrstoća metala određena je brojem kilograma koje on može da nosi na prerezu od 1 mm^2. Željezo se može opteretiti po svakom mm^2 sa 62 kg, bakar sa 32 kg, a olovo samo sa 2 kilograma.

Oksidi su metala obično bazičnog karaktera, po čemu se izrazito razlikuju od oksida metaloida koji sa vodom daju kiseline.

Svi metali nijesu jednako otporni na uzduhu. Neki metali, kao na pr. natrijum, željezo, bakar i drugi, gube s vremenom svoju sjajnost i boju (rđaju) na uzduhu kod obične, a još brže kod povišene temperature. To su prosti metali. Srebro, zlato i platina ne mijenjaju svoje boje ni sjajnosti (ne rđaju) na uzduhu, pa ih zovemo dragi ili plemeniti metali.

Živa stoji na prijelazu od prostih prema dragim metalima.

Metali su po svojim zajedničkim svojstvima među sobom srodniji nego metaloidi. Da se to uoči, treba samo usporediti svojstva vodika i ugljika, hlora i sumpora, broma i fosfora.

Pregled svojstva proučenih metala:

simboli, atomske težine, valencije, specifična težina i talište.

Grupe	I m e	Znak ili simbol	Atomska težina	Valencija	Spec. tež.	Talište u C°
Laki metali	Natrijum	Na	23	I	0,97	97,5
	Kalijum	K	39,1		0.87	62,3
	Magnezijum	Mg	24,32	II	1,74	651
	Kalcijum	Ca	40,08		1,52	810
	Aluminijum	Al	26,97	III	2,6	659
Teški (prosti) metali	Cinak (Zincum)	Zn	65,38	II	7	419
	Bakar (Cuprum)	Cu	63,57	I, II	8,9	1083
	Kalaj (Stannum)	Sn	118,7	II, IV	7,3	232
	Olovo (Plumbum)	Pb	207,22	II, IV	11,3	327
	Nikal	Ni	58,69	II, III	9	1452
	Željezo (Ferrum)	Fe	55,84	II, III	7,8	1530
	Mangan	Mn	54,93	II, IV, VI, VII	7,4	1230
	Kobalt	Co	58,94	II, III	8,9	1490
	Hrom	Cr	52,01	II, III, VI	6,8	1650
	Živa (Hydrargyrum)	Hg	200,61	I, II	13,6	-38,6
Teški (plemeniti) metali	Srebro (Argentum)	Ag	107,88	I	10,5	960
	Zlato (Aurum)	Au	197,2	I, III	19,32	1063
	Platina	Pt	195,23	II, IV	21,45	1764
Radioaktivni elemenat	Radijum	Ra	225,97	II	6	700

Sistematski pregled minerala

S obzirom na hemijski sastav i druga svojstva proučene minerale dijelimo i sabiramo u ove srodne grupe:

I. Elementi

A. Metaloidi: ugljik (dijamant, grafit), sumpor, fosfor, arsen i dr.

B. Metali: željezo, bakar, živa, srebro, zlato, platina itd.

II. Sulfidi

(Spojevi elemenata sa sumporom)

A. Pakovine: pirit (željezna pakovina), halkopirit (bakarna pakovina) i arsenopirit (arsena pakovina)

B. Sjajnici: galenit (olovni sjajnik), argenitit (srebrni sjajnik) i antimonit (antimoni sjajnik).

C. Blistavci: sfalerit (cinčani blistavac), cinabarit (rumenica), realgar i auripigment (arseni blistavci).

III. Oksidi

(Spojevi elemenata s kisikom)

A. Rude: magnetit (magnetovac), hematit (crvena željezna ruda), kasiterit (kositrena ruda), piroluzit (manganova ruda) i kuprit (crvena bakarna ruda).

B. Ostali oksidi: kremen, korund i voda.

IV. Hidroksidi

(Spojevi elemenata s kisikom i vodikom)

Hidroksidi jesu: opal i limonit (gnjeda željezna ruda).

V. Soli

1. Karbonati (soli ugljične kiseline): soda, vapnenac (kalcit), dolomit, magnezit, siderit, smitsonit, ceruzit, malahit i azurit.
2. Sulfati (soli sumporne kiselne): kizerit (gorka sô), sadra, stipsa, modra, bijela i zelena galica.
3. Fosfati (soli fosforne kiseline): apatit i fosforit.
4. Nitrat (sô azotne kiseline); čilenska salitra.
5. Borat (sô tetraborne kiseline): boraks.
6. Hloridi (soli hlorovodične kiseline): kuhinjska sô i silvin.
7. Fluorid (sô fluorovodične kiseline): fluorit.
8. Silikati: (soli kremene kiseline): granat, muskovit (kalijski tinjac), biotit (magnezijski tinjac), milovka (talk), stiva, serpentin, glina, ortoklas, amfibol i beril.

VI. Minerali organskog porijekla

Antracit, kameni ugalj, mrki ugalj, treset, petroleum i ozokerit.

Periodni sistem elemenata

Uspoređivanjem svojstava nekih elemenata, osobito onih iste valencije, kao na pr. hlora, broma i joda ili natrijuma i kalijuma, opazilo se da se s porastom atomske težine tih elemenata postepeno mijenjaju i njihova svojstva. To je potaklo neke hemike da se zabave proučavanjem te srodnosti i da traže pravilnost po kojoj se njihova svojstva mijenjaju.

Dimitrije Ivanović Mendelejev poređao je 1869 god. elemente po atomskim težinama i našao je da poslije svakog 7

Periodni sistem elemenata

	G R U P A								
H 1,008	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I period, 1 niz	He 4,00	Li 6,94	Be 9,02	B 10,82	C 12,00	N 14,01	O 16,00	F 19,0	
II period, 2 niz	Ne 20,18	Na 23,00	Mg 24,32	Al 26,97	Si 28,06	P 31,02	S 32,06	Cl 35,46	
III period, 3 niz	Ar 39,94	K 39,10	Ca 40,08	Sc 44,1	Ti 47,90	V 50,95	Cr 52,01	Mn 54,93	Fe 55,84 Co 58,94 Ni 58,69
4 niz		Cu 63.57	Zn 65,38	Ga 69,72	Ge 72,6	As 74,96	Se 79,2	Br 79,92	
IV period, 5 niz	Kr 83,7	Rb 85.44	Sr 87,63	Y 88,92	Zr 91,22	Nb 93,3	Mo 96,0	Ma ?	Ru 101,7 Rh 102,91 Pd 106,7
6 niz		Ag 107,88	Cd 112,41	In 114,8	Sn 118.7	Sb 121,76	Te 127.5	J 126,93	
V period, 7 niz	X 131,3	Cs 132.81	Ba 137,36	La 138,9	Hf 178,6	Ta 181,4	W 184,0	Re 188,7	Os 190,8 Ir 193,1 Pt 195,23
8 niz		Au 197,2	Hg 200,61	Tl 204 39	Pb 207,22	Bi 209,0	Po (210)	—	
VI period, 9 niz	Rn (222,0)	—	Ra 225,97	Ac (227)	Th 232 12	Pa (230)	U 238,14		

Ce 140,13	Pr 140,92	Nd 144,27	—	Sm 150,43	Eu 152,0	Gd 157,3	Tb 159,2	Dy 162,46	Ho 163,5	Er 167,64	Tm 169.4	Yb 173,5	Cp 175,0

elementa dolazi elemenat koji je po svojstvima sličan prvom. Prema tome svrstao je sve elemente u srodne grupe. Na priloženoj tablici poređani su na taj način svi elementi u 9 vertikalnih g r u p a, kod čega je dobiveno i 9 horizontalnih n i z o v a.

Promatrajući elemente na ovakovoj tablici, došao je Mendelejev do nekih važnih zaključaka i zakonitosti.

Razlika atomskih težina između susjednih elemenata u jednom nizu iznosi otprilike 3 jedinice, a u jednoj grupi oko 16 jedinica.

S promjenom atomske težine u vertikalnoj grupi mijenjaju se fizična svojstva elemenata (talište, specifična težina itd.). Elementi iste grupe imaju slična hemijska svojstva, ali uvećavanjem njihove atomske težine dobivaju oni sve izrazitiji metalni karakter.

Na lijevoj strani tabele dolaze elementi koji stvaraju baze (Na, K, Ca), a na desnoj oni koji stvaraju najjače kiseline (N, P, S, Cl).

Elemenat v o d i k nema mjesta u sistemu i stavlja se izvan njega. Drži se da je on p r a e l e m e n a t od kojega su nastali svi ostali elementi.

Za neke rijetke elemente nema mjesta u sistemu, te su stavljeni odijeljeno na dnu tablice.

M e n d e l e j e v je kod sastavljanja toga sistema ostavio nekoliko praznih mjesta. Vjerujući u potpunost svoga sistema, ustvrdio je da će se za prazna mjesta pronaći novi doonda nepoznati elementi. Što više, on im je prorekao atomsku težinu i sva svojstva. Poslije su zbilja otkriveni i nađeni neki elementi (galijum, skandijum, germanijum itd.) upravo onakovih svojstava kako je to prorekao Mendelejev oslanjajući se na svojstva susjednih elemenata u sistemu.

Zadatak i podjela hemije

Uzduh, voda, svi minerali, kamenje i stijene sačinjavaju anorgansko prirodno carstvo. Na materiji koja izgrađuje to veliko carstvo, odigravaju se neprestano različne hemijske promjene koje proučava a n o r g a n s k a h e m i j a. Dosadašnjim istraživanjem otkriveno je oko 90 različnih elemenata i mnogo njihovih spojeva. Izučavanjem svojstava tih elemenata i spojeva našao je čovjek najraznovrsniju upotrebu za njih. Da pomenemo samo nekoliko primjera:

Znamo da u uzduhu ima oko 79% azota, a opet nije bilo, zbog hemijske njegove tromosti, od njega do nedavna čovjeku baš nikakove koristi. Ali je danas postao uzduh besplatna sl-

rovina odakle se vještački priređuju azotni spojevi koji služe za vještačko gnojivo i priređivanje eksploziva.

Čovjek znade već od davnine da dobiva obično željezo iz neuglednih ruda. Ali taj se posao s vremenom neprestano i usavršavao, tako da današnji čelik, kojim se obrađuju najtvrđi metali i ocjelna roba, koja se odupire rđanju i odolijeva kiselinama, daleko nadmašuje svojom vrsnoćom starinsko gvožđe.

To su sve učinili hemici. Oboružani hemijskim znanjem oni neprestano usavršavaju svoje metode prerađivanja i oplemenjivanja materije. Pominjana upotreba svih proučenih elemenata i njihovih spojeva pruža nam najbolji dokaz da hemija kao nauka svestrano unapređuje i olakšava čovječji život. S pomoću hemije objašnjene su i mnoge pojave u prirodi.

Spojevi što izgrađuju biljna i životinjska tjelesa čine zasebnu grupu. Zagrijavanjem oni se raspadaju i pouglje; po tom doznajemo da svi sadrže elementa ugljika. Prirodnih i vještački priređenih spojeva ugljika ima vrlo mnogo i među sobom su oni svi srodni, pa zato se proučavaju u posebnom poglavlju koje se zove organska hemija.

Organska hemija

Prvi dio (III razred)

I. Pojam organske hemije

Sve materije što izgrađuju životinjska i biljna tijela sadrže ugljika. Dio hemije koji proučava spojeve ugljika zove se organska hemija ili hemija ugljikovih spojeva.

1. Vještačko dobivanje organskih spojeva

Prije se držalo da se ugljikovi spojevi, što potječu od biljnih i životinjskih tijela, ne mogu prirediti vještački, već da se oni stvaraju jedino životnim procesom u organima živih bića, a posredovanjem neke tajne životne sile. Ovo mišljenje počelo se napuštati kada je Veler (Wöhler) uspio god. 1828 da vještački priredi karbamid što ga inače u mokraći izlučuje čovječji organizam. Za daljnje sinteze organskih spojeva stekao je velikih zasluga Bertelo (Berthelot). On je vještački sintetizovao u staklenoj posudi upravo onakovu mast kakovu nalazimo u životinjskom tijelu.

Hemici su poslije riješili i mnoge praktične zadatke, te su među ostalim napravili i vrlo važne prirodne boje indigo i alizarin.

Kod svih pomenutih i drugih radova utvrđeno je da ugljikovi spojevi u živim organizmima nastaju po istim onim zakonima koji vrijede za sintezu spojeva u anorganskoj prirodi.

Tako je napretkom hemije pala ona ograda koja je prije dijelila anorgansku hemiju od organske. Ipak još i danas obrađujemo spojeve ugljika u posebnom poglavlju, ali samo zbog toga što ih je vrlo velik broj (preko 200.000), a onda i po nekim svojim srodnim zajedničkim svojstvima čine oni odijeljenu grupu spojeva. Zato je uputno da se proučavaju napose.

Proučavanje ugljikovih spojeva donijelo je čovjeku i koristi. Hemici znaju danas da prerađivanjem oplemene neugledne sirovine u skupocjene gotove proizvode: Iz drvne celuloze grade oni i ispredaju vještačku svilu, iz bilja izvlače lijekove i mirisava ulja, a iz crna katrana boje svih nijansa.

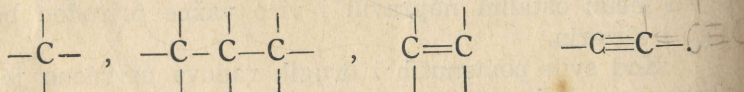
2. Zajedničko obilježje organskih spojeva

Organski spojevi izgore, ako ih zagrijemo na uzduhu, a snažno zagrijavani bez pristupa uzduha rastvore se i pouglje. Zagrijavaš li komadić šećera ili drva u kušalici, opažaš razvijanje i uzdizanje plinovitih i tekućih proizvoda, a na dnu kušalice zaostaje crna materija, bogata ugljikom. Ugljik, koji kod suhe destilacije izlazi na vidjelo, daje obilježje svim organskim spojevima. Spoj, u kojem nema ugljika, ne pripada grupi organskih spojeva. S ugljikom dolazi udružen najčešće vodik, kisik i azot. Ta četiri elementa u glavnom i izgrađuju organske spojeve, a samo u nekim dolaze još i sumpor, fosfor, halogeni i drugi elementi.

3. Veliki broj ugljikovih spojeva

U anorganskom dijelu govorili smo o općim svojstvima ugljika koji dolazi u prirodi kao dijamant, grafit i amorfni ugljik. Dokazano je da su molekule ugljika građene od dosta velikog broja atoma. U molekulama pojedinih modifikacija držimo da ima različan broj atoma, pa se zbog toga one međusobno znatno i razlikuju.

Ugljik je četverovalentan. Prema tome može on uza se vezati četiri jednovalentna atoma od drugoga kojega elementa, na pr. vodika ili hlora. Upravo je nepregledno mnoštvo prirodnih i vještačkih spojeva što ih ugljik čini sa razmjerno vrlo malim brojem drugih elemenata. Ovo njegovo naročito svojstvo razjašnjeno je, jer se sami C-atomi međusobno lako pripajaju, te nastaju spojevi sa dva, tri i više ugljikovih atoma u molekuli. Ugljikovi atomi povezuju se međusobno vrlo lako, i to s jednom, dvije ili tri valencije:



U svakom slučaju ostaje još uvijek slobodnih valencija za pripadanje drugih elemenata. Na taj način nastaju nepregledni nizovi novih ugljikovih spojeva.

II. Ugljikovodici

1. Zasićeni ugljikovodici

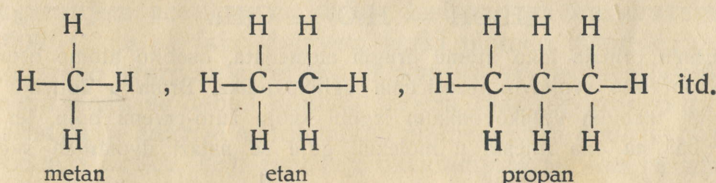
Od svih organskih spojeva najjednostavnije su građeni ugljikovodici, jer oni sastoje samo od ugljika i vodika. Zamjenjivanjem vodika u ugljikovodicima s atomima drugih elemenata odvodimo od njih sve ostale organske spojeve.

a) **Metan, barski ili močvarni plin, CH_4.** Molekula metana ima samo jedan ugljikov atom, kojemu su sve četiri valencije zasićene vodikom.

Žarenjem mnogih organskih spojeva bez pristupa uzduha razvija se uz druge plinove uvijek nešto i metana. Zato ga ima u plinovima koji nastaju suhom destilacijom uglja i drva.

Metan se stvara u močvarama raspadanjem obamrlog lišća i drugih biljnih dijelova što su dospjeli pod vodu. Tu on izlazi iz mulja kao b a r s k i (m o č v a r n i) p l i n. Na mnogim mjestima naše zemlje on izvire kao z e m n i p l i n. U rudnicima kamenog uglja nakuplja se često toliko metana da u smjesi sa uzduhom može zapaljen naglo sagorjeti uz eksploziju.

b) **Ugljikovodici metanova niza.** Osim metana poznati su nam njemu srodni ugljikovodici koji sadrže dva, tri i više povezanih ugljikovih atoma u molekuli. U tim ugljikovodicima nadovezuju se ugljikovi atomi jedan na drugoga kao karike na lancu, a pripojeni su međusobno samo jednom valencijom, dok su sve preostale valencije zaposjeli atomi vodika:



Ovako građeni ugljikovodici zovu se z a s i ć e n i. Promjena molekule zasićenog ugljikovodika nastaje samo na taj način da se vodikovi atomi potisnu i na njihovo mjesto stupe atomi drugih elemenata. Samo tim načinom odvode se i dobivaju od zasićenih ugljikovodika novi spojevi. Dakle opća je osobina zasićenog spoja u tom da u njegovu molekulu ne može ući izvana novi koji atom, ako iz njega nije prije istisnut jednakovalentan atom. U zasićenim ugljikovodicima nema mjesta za druge elemente, jer su sve raspoložive valencije zaposjeli atomi vodika.

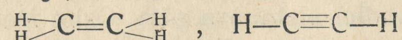
Ovakovi spojevi, koji su međusobno srodni po građi svojih molekula i po hemijskim svojstvima, sačinjavaju h o m o l o g n i n i z. Tako metan sa svim svojim višim srodnim članovima, etanom, propanom itd., sačinjava homologni niz ugljikovodika. Svrstavanjem srodnih spojeva u homologne nizove olakšano nam je izučavanje njihovih svojstava. Svojstva jednog člana upućuju nas na opća svojstva svih članova istog homolognog niza.

Empirijska formula metana je CH_4, etana C_2H_6, propana C_3H_8 itd. Usporedimo lj dva susjedna člana u nizu ovih ugljikovodika, doznaćemo da se razlikuju jedan od drugoga za CH_2. Zbog pravilnog porasta svake slijedeće molekule za CH_2 rastu postepeno kod tih ugljikovodika tačke klju-

čanja (vrelište) i taljenja (talište) i druga svojstva od nižih prema višim članovima. Nasuprot tomu hemijska su svojstva svih članova ovoga niza podjednaka. Ugljikovodici metanova reda odolijevaju svi jednako utjecaju najjačih kiselina j lužina. Upravo zbog ove njihove otpornosti i slabog afiniteta prema drugim elementima nazvaše ih p a r a f i n m a (parum = malo, affinis = srodan). Ugljikovodici metanova niza imaju opću formulu C_nH_{2n+2}.

2. Nezasićeni ugljikovodici

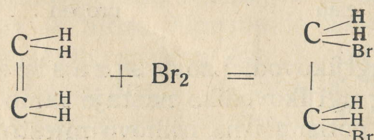
Ugljikovodici, u kojima su ugljikovi atomi povezani s dvije ili tri valencije, zovu se n e z a s i ć e n i:



a) **Etilen,** C_2H_4, ili $CH_2{=}CH_2$, prvi je član u nizu nezasićenih ugljikovodika. Možemo ga dobiti zagrijavanjem smjese običnog alkohola i sumporne kiseline. Kod toga se iz alkohola izluči jedna molekula vode, a ostatak je etilen:



Etilen pripaja lako atome drugih elemenata, osobito atome broma. Ovo je općenito svojstvo nezasićenih ugljikovodika. Brom u doticaju sa bilo kojim takovim ugljikovodikom izgubi svoju žuto-crvenu boju, jer se pripaja baš na ona mjesta u molekuli gdje se nalazi dvostruka sveza.

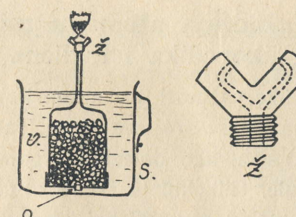


Kako se ta adicija može vidljivo pratiti iščezavanjem boje dodanog broma, služi b r o m k a o r e a g e n s n a d v o s t r u k u v e z u. Kod ove reakcije smatramo da se dvostruka veza razveže, pa da se na slobodne valencije pripoji brom. Ugljikovodici koji sadrže u molekuli samo jednu dvostruku vezu imaju opću formulu C_nH_{2n} i zovu se o l e f i n i. Ti nastaju kod suhe destilacije mnogih organskih spojeva.

b) **Acetilen,** C_2H_2 ili $CH{\equiv}CH$, pripada ugljikovodicima koji u svojim molekulama imaju na jednom mjestu trostruku svezu. Acetilen se može prirediti sintetski, ako pustimo da preskače električna iskra između dva ugljena pola u struji vodika: $2C + H_2 = C_2H_2$. Prigodom njegova stvaranja veže se i troši mnogo topline. Ovakove hemijske procese, kod kojih se toplina troši na novo nastale spojeve, nazivamo e n d o t e r m n i p r o c e s i.

Tehnički se dobiva acetilen djelovanjem vode na kalcijum-karbid: $Ca\,C_2 + 2H\,OH = C_2H_2 + Ca(OH)_2$.

Acetilen izgara vrlo svijetlim plamenom, pa se upotrebljava za rasvjetu (sl. 89). Ako ga uvodimo u amonijačni ras-



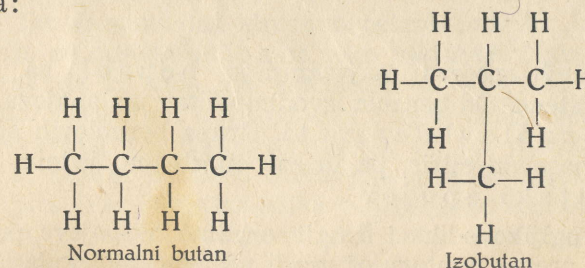
Sl. 89. Acetilenska svjetiljka S i žižak za acetilen Ž. Voda V ulazi prema potrošku acetilena u posudu napunjenu karbidom kroz otvor O.

tvor bakrenih ili srebrnih soli, nastaju spojevi između dotičnih metala i acetilena (C_2Cu_2 i C_2Ag_2). Novo nastali spojevi su vrlo eksplozivni, a zovemo ih a c e t i l e n i d i. Acetilen, zapaljen u smjesi sa uzduhom, naglo sagori i eksplodira.

Acetilen dolazi u trgovinu u čeličnim bocama gdje je rastvoren u acetonu pod pritiskom od 15 Atm. (Dissous-gas). Izgaranjem acetilena u kisiku dostigne se temperatura preko 3000° C, pa se tako dobiveni žarki plamen iskorišćuje za tzv. autogeno svarivanje željeza. S pomoću vrućeg acetilenskog plamena mogu se debeli komadi željeza također prerezati. Željezo se najprije zagrije acetilenskim plamenom, a onda se pojača dovođenje kisika, koji razdvoji oksidacijom željezo na užarenom mjestu.

Izomerija

Kod proučavanja organskih spojeva zapaženo je da mnogi spojevi, koji imaju jednaku procentnu količinu pojedinih elemenata i istu molekulsku težinu, pokazuju različita hemijska i fizička svojstva. Uzrok toj pojavi, koju nazivamo i z o m e r i j a, tražimo u različitom poređaju atoma u mokeluli. Da se ta pojava objasni, predočavaju se molekule ovakovih spojeva sa s t r u k t u r n i m f o r m u l a m a u kojima je označen nesamo broj atoma u molekuli, nego i njihova međusobna sveza. Tako od ugljikovodika empirijske formule C_4H_{10} poznamo dva, i to: n o r m a l n i b u t a n i i z o b u t a n. Građu njihovih molekula prikazujemo ovim strukturnim formulama:

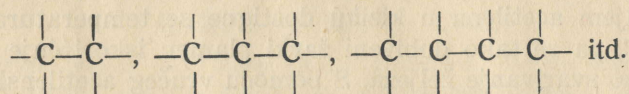


Zbog različnog položaja atoma u njihovim molekulama pokazuju ova dva ugljikovodika i različna svojstva.

Često je od vrlo velike važnosti da se zna koje se atomne grupe nalaze u molekuli, jer o njima zavise svojstva spoja. Tako je grupa — $C\genfrac{}{}{0pt}{}{=O}{-OH}$ uvijek nosilac kiselog svojstva, ako dolazi u organskom spoju, a — NH_2 uzrokuje bazičnost molekule. Glikokol je takav organski spoj koji sadrži i jednu i drugu grupu. U običnoj (empirijskoj) formuli glikokola ($C_2H_5O_2N$) ove se grupe ne vide. Raspored tih grupa u glikokolu prikazujemo u racjonalnoj formuli na ovaj način: $H_2N.CH_2.C\genfrac{}{}{0pt}{}{=O}{-OH}$

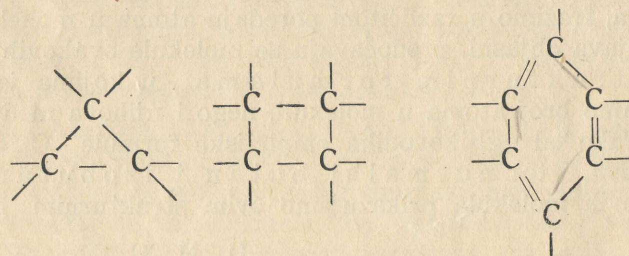
3. Podjela ugljikovih spojeva

U jednoj grupi ugljikovih spojeva nadovezuju se C-atomi jedan uz drugoga u obliku otvorenoga lanca. To su spojevi otvorenog lančastog niza:



Iz metana se mogu izvesti svi spojevi lančastog niza, pa zato te spojeve možemo smatrati derivatima metana. Isti niz spojeva običava se nazivati i masnim ili alifatskim spojevima, jer biljne i životinjske masti pripadaju po građi svojih molekula također ovamo.

U drugoj skupini ugljikovih spojeva povezani su C-atomi međusobno u zatvorenom lancu ili prstenu; to su prstenasti ili ciklični spojevi.



Od cikličnih spojeva najvažniji je benzol sa šest C-atoma u prstenu. Od benzola izvodimo čitav niz spojeva, koje zovemo benzolovi derivati. Grupa benzolovih spojeva ima neki poseban miris, pa ih zato nazivamo jednim imenom aromatski spojevi.

Podjela ugljikovodika i drugih organskih spojeva provedena je dakle prema unutarnjoj građi njihovih molekula.

III. Mineralno ulje, ozokerit i asfalt

1. Sirovi petroleum (nafta)

a) Nalazište. Na mnogim mjestima naše Zemlje ispunjava sirovi petroleum podzemne šupljine i kotline. Najbogatija svjetska nalazišta sirova petroleuma dolaze u Americi, Mejiku i Kavkazu. Glavna su nalazišta u Evropi u Rumunjskoj i Poljskoj. Kod nas se naišlo bušenjem samo na manja vrela sirova petroleuma kod Selnice, Bujavice, u Majevici i dr. Sirovi petroleum probija i izvire na nekim mjestima sam iz zemlje, ali najveći dio bogatih nalazišta otkriven je bušenjem.

b) Postanak. Vrlo je vjerojatno da je sirovi petroleum postao u podzemnim dubinama raspadanjem životinjskih i biljnih ulja i masti. Engleru je uspjelo vještački dobiti zagrijavanjem ribljeg ulja uz povećani pritisak destilat jednakog sastava kao što je sirovi petroleum. On je iz toga pokusa izveo zaključak da je i prirodni sirovi petroleum mogao postati iz masti uginulih životinjskih organizama u podzemnim dubinama. Uginula životinjska i biljna tjelesa mogla su se po njegovu mišljenju nagomilati vjekovima na nekim mjestima u ogromnim količinama. Njihove naslage prekrili su s vremenom pijesak i mulj, a zbog potresa i poremećaja u kori zemljinoj dospješe one duboko ispod površine. Sve sastojine njihovih uginulih tijela su nestale raspadanjem ubrzo, osim masti kao najotpornijeg dijela njihova tijela. Utjecajem povišene temperature i pritiska, koji je u dubinama vladao, pretvorile su se masti kroz dugi niz godina u postojane ugljikovodike i ostale sastojine sirovog petroleuma.

c) Sastav i prerada sirova petroleuma. Sirov petroleum je gusta i uljasta tekućina tamne boje i osobita mirisa. Sirovi se petroleum sastoji uglavnom od tekućih ugljikovodika, u kojima dolaze često rastvoreni kao srodnici također i neki čvrsti i plinoviti homolozi metanova niza. Osim toga redovno dolaze u sirovu petroleumu veće ili manje količine nezasićenih ugljikovodika koji se na uzduhu brzo oksiduju i duljim stajanjem lako osmoljuju.

Da se sastavine sirovoga petroleuma što bolje iskoriste, moraju se one destilacijom rastaviti. Nakon toga svaka se frakcija za sebe još pročišćava ili rafinuje, da bi se uklonili nezasićeni ugljikovodici i neke druge supstancije koje kvare svojstva pojedinih frakcija. Sirovi petroleum, kako se crpe iz zemlje, dolazi u destilerije, a tu se stavlja u kotlove i zagrijava. Pare ugljikovodika odjeljuju se redom prema isparljivosti, pa se odvode kroz hladionike da se kondenzuju i u tekućem stanju saberu u predlošcima.

Svi ugljikovodici, koji imaju tačku ključanja (vrelište) do 150^{0}, saberu se u prvoj frakciji kao sirovi benzin, a nakon toga posebno se hvata destilat koji ključa između 150^{0} do 300^{0}. To je obični rasvjetni petroleum. Zaostaci, kojima je tačka ključanja iznad 350^{0}, prerađuju se posebno na maziva ulja.

2. Destilati i rafinati sirovoga petroleuma

a) Benzini. Sirovi se benzin kao prva frakcija rijetko kada rafinuje, ali se redovno ponovnom frakcionovanom destilacijom dalje rastavlja na petroleumski etar (gazolin), na lake i teške benzine i ligroin.

Gazolin se lako zapali, pa se upotrebljava za rasvjetu (gazolin svjetiljke). Lako isparljivi benzini daju s uzduhom smjese koje naglo sagore i eksploduju. Snaga se takovih plinova iskorišćuje za pogon automobila i aviona. U benzinima rastvaraju se masti, smole i kaučuk. Zato ih upotrebljavamo za ekstrakciju ulja iz uljnih sjemenaka i masti iz kosti, nadalje za izapiranje i vađenje mrlja iz odijela.

Ligroin se upotrebljava u industriji lakova za rastvaranje smola.

b) Rasvjetni petroleum. Ta frakcija upotrebljava se nakon rafinovanja sa jakom sumpornom kiselinom i razrijeđenom natrijskom lužinom za rasvjetu. U običnom petroleumu za rasvjetu ne smiju zaostati lako isparljivi ugljikovodici, jer bi se kod sagorijevanja u svjetiljkama prebrzo isparavali, a pare u smjesi sa uzduhom mogle bi uz neoprezno baratanje dovesti do eksplozivnog zapaljenja.

c) Maziva ulja. Ostatak, koji ključa iznad 350^{0} C, destiluje se dalje u posebnim kotlovima s pomoću preugrijane vodene pare uz smanjeni pritisak uzduha (vakuum-destilacija). Tim se načinom dobiju lakši i teži destilati mazivih ulja. Nakon rafinacije upotrebljavaju se maziva ulja za podmazivanje ležišta osovina da se time smanji trenje i olakša gibanje strojeva.

Kavkaski sirovi petroleum sadrži osobito mnogo dobrog mazivog ulja, dok se iz američkog sirovog petroleuma dade izlučiti parafinsko i vazelinsko ulje.

d) Parafin i vazelin. Iz posljednjih destilata američkog i poljskog sirovog petroleuma vadi se i ohlađivanjem izlučuje čvrsti parafin koji se upotrebljava za građenje svijeća. U rastaljeni parafin namaču se drvca od žigica da bolje i jednoličnije sagorijevaju.

Vazelin se dobiva iz gustog zaostatka koji se nije predestilovao. On se mora čistiti sa sumpornom kiselinom i izbijeliti procjeđivanjem kroz spodijum. Vazelin je masti sličan, a upotrebljava se za podmazivanje zupčanika i priređivanje ljekovitih masti.

Kod destilacije mazivih ulja zaostane u kotlu crna i rastegljiva masa. Ohlađivanjem ščvrsne se ona i prodaje pod imenom vještačkog petroleumskog asfalta.

3. Ozokerit ili zemni vosak

Ozokerit se sastoji poput parafina od smjese čvrstih ugljikovodika koji dolaze u prirodi često nasamo ili u blizini izvora sirovoga petroleuma. Iz zemlje se vadi rudarski, tj. kopanjem rovova. Nakon prečišćavanja i izbjeljivanja sirovog produkta dobije se od njega bezbojni vještački vosak ili cerezin koji se upotrebljava za priređivanje svijeća, vještačkog saća i za laštenje podova.

4. Asfalt

Asfalt ili zemna smola razlikuje se od ozokerita i parafina time što sadrži osim ugljika i vodika još nešto i kisika, sumpora i azota. Asfalt je nastao iz nekih vrsta sirova petroleuma iz kojega su se lakši produkti isparili, a zgusnuti se zaostatak oksidacijom i osmoljivanjem promijenio.

Najbogatija su njegova nalazišta na otoku Trinidadu, a osobito čiste vrste asfalta dolaze na Mrtvom Moru. Kod nas u Dalmaciji ima vapnenaca koji su natopljeni zemnom smolom. To je asfaltni kamen kojim se asfaltiraju ceste.

IV. Halogeni derivati metana

Od ugljikovodika možemo izvoditi druge spojeve, ako vodikove atome zamijenimo atomima drugih elemenata. Tako ćemo djelovanjem hlora na metan dobiti od njega niz hloriranih derivata: CH_3Cl, CH_2Cl_2, $CHCl_3$, CCl_4.

Hloroform, $CHCl_3$, je trihlormetan, a dobije se destilacijom smjese hlornog vapna s razvodnjenim alkoholom. To je tekućina bez boje, oslatka ukusa i mirisa, a teža od vode. Djeluje narkotično, pa se upotrebljava kod hirurgijskih operacija za narkozu.

Jodoform, CHJ_3, ispadne kao žuti prah, ako rastvoru joda u alkoholu dodamo alkalne lužine. Ima jak miris, djeluje antiseptički, pa se upotrebljava za raskuživanje rana.

Tetrahlor-metan, CCl_4, potpuno je hlorirani metan. U njemu se rastvaraju masti, te se upotrebljava kao i benzin za čišćenje mrlja sa odijela. Nije upaljiv, što više, njime se može gasiti vatra.

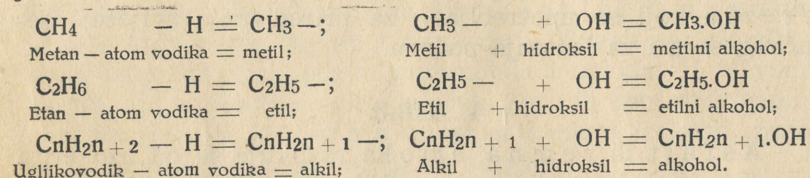
V. Alkoholi

1. Odvođenje alkohola od ugljikovodika

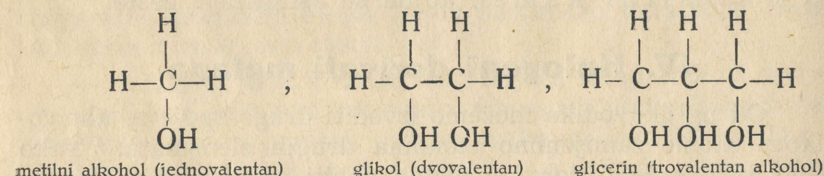
Zamjenom vodikova atoma u bilo kojem ugljikovodiku sa hidroksilom (—OH) nastaju novi spojevi koji se zovu a l k o h o l i. Alkoholi su prema tome derivati ugljikovodika, a raspoznaju se po hidroksilnoj grupi koja je njihovo bitno obilježje.

Kada se u metanu zamijeni jedan vodikov atom sa —OH skupom, dolazimo do metilnog alkohola. Na isti se način izvodi od etana etilni alkohol, od propana propilni alkohol itd.

Način kojim se izvode alkoholi od ugljikovodika, uvijek je isti:



Prema broju hidroksilnih skupina u jednoj molekuli dijelimo alkohole na j e d n o v a l e n t n e, d v o v a l e n t n e, t r o v a l e n t n e i v i š e v a l e n t n e. Dokazalo se da uz jedan ugljikov atom ne može biti više vezano nego samo jedan hidroksil, pa zato dvovalentni (dvoatomni) alkoholi moraju imati najmanje dva ugljikova atoma u molekuli, trovalentni (troatomni) tri itd.:



2. Dobivanje i svojstva nekih alkohola

a) Metilni alkohol, $CH_3.OH$, zove se s obzirom na njegovo porijeklo i d r v n i s p i r i t. Dobiva se uz mnoge druge proizvode suhom destilacijom drva, ali u novije vrijeme i sintezom ($CO + 2H_2 = CH_3OH$).

Metilni alkohol ključa kod 66° C. Kako je otrovan, ne smije ga biti u žestokim pićima. Upotrebljava se za priređivanje lakova i kao gorivo. Troši se nadalje kod fabrikacije anilinskih boja, ali najviše za pripravljanje formaldehida koji se upotrebljava za raskuživanje (desinfekciju).

b) Suha destilacija drva. Zagrijavamo li drvo u zatvorenoj retorti bez pristupa uzduha, razara se ono utjecajem visoke temperature. Iz retorte izlaze plinovi (CH_4, CO, H_2) koji mogu da gore, a u predlošci se sakupi tekući destilat, dòk u retorti zaostane obični drveni ugalj (ćumur). Naši ugljenari, kada hoće da dođu do drvenoga ugljena, provode pougljivanje drva na jednostavan način u šumama kao što je pomenuto. Šteta je samo što plinove i katranske pare puštaju neiskorišćene u uzduh. Kod rada u zatvorenim retortama hvataju se i iskorišćavaju sve sastojine suhe destilacije drva.

Glavni su sastavni dijelovi tekućeg vodenastog kondenzata o c t e n a k i s e l i n a 10%, nadalje m e t a l n i a l k o h o l 2% i a c e t o n 0,5%. Ove sastojine rastavljaju se zgodno udešenom destilacijom. To se postigne na taj način, da se smjesa para provodi kroz vapneno mlijeko, a ono zadržava i veže samo octenu kiselinu.

b) Etilni alkohol, $C_2H_5.OH$, ž e s t a ili o b i č n i s p i r i t, tekućina je koja vri kod 78° C a ima specifičnu težinu 0,794. Etilni alkohol je žestoka ukusa i djeluje omamljivo i otrovno. S vodom se miješa u svakom omjeru, a pri tom se volumen smjese smanji. Alkohol se teško odjeljuje potpuno od vode, pa dolazi u trgovini obično 96%. Da se dobije a p s o l u t n i, to jest 100% alkohol, treba mu oduzeti vodu živim vapnom.

Zapaljen izgara alkohol modrim plamenom, te se upotrebljava i kao gorivo. Lako rastvara smole, etarska ulja i boje pa se upotrebljava za pravljenje lakova, ljekarskih preparata i u parfumeriji. Najveća količina alkohola potroši se ipak za priređivanje različnih alkoholnih pića. Kako je sâm a l k o h o l o t r o v a n, to su otrovna i sva ona pića u kojima ga ima. Alkohol se upotrebljava i u industrijske svrhe, ali se u tom slučaju d e n a t u r u j e. To se čini tako da mu se primiješaju sirovi metilni alkohol, piridin ili druge supstancije, koje svojim lošim ukusom i otrovnošću sprečavaju da ga ljudi ne mogu upotrebiti za piće. Denaturovan alkohol nije oporezovan.

Etilni alkohol dobiva se naveliko alkoholnim vrenjem razrijeđenih šećernih rastvora, kod čega sudjeluju neki mikroorganizmi.

d) Viši alkoholi. Kod samog vrenja nastaju u malim količinama i neki drugi viši alkoholi, od kojih su važni b u t i l n i, $C_4H_9.OH$, i a m i l n i a l k o h o l, $C_5H_{11}.OH$. Ti su alkoholi neugodna i oštra mirisa, te se kod ponovne destilacije moraju odijeliti od spirita. Kako ključaju istom kod više temperature, zaostanu u destilacionom kotlu kao p a t o č n o u l j e.

U nekim vrstama voska nalaze se alkoholi s velikim brojem ugljikovih atoma. U v o r v a n u se nalazi c e t i l n i a l-

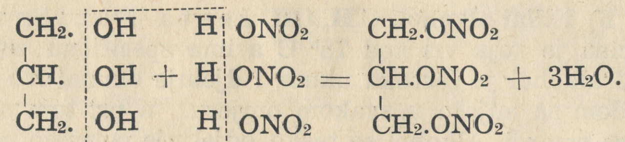
k o h o l, $C_{16}H_{33}.OH$, a u pčelinjem vosku m i r i c i l n i a l k o h o l, $C_{30}H_{61}.OH$. Ti alkoholi vezani su u vosku na kiseline.

e) Glicerin, $C_3H_5(OH)_3$, pripada među trovalentne (troatomne) alkohole. U mastima i uljima dolazi vezan na neke masne kiseline. Kuhamo li masti s alkalnim hidroksidima, izlučiće se glicerin. On se i dobiva na taj način kao nuzgredni proizvod kod fabrikacije sapuna.

Glicerin je gusta tekućina bez boje, a slatkog ukusa. Miješa se s alkoholom i s vodom u svakom omjeru.

Glicerin se upotrebljava za njegovanje kože u kozmetici, a najviše ga se troši za priređivanje nitroglicerina.

N i t r o g l i c e r i n se dobiva opreznim dodavanjem glicerina hladnoj smjesi koncentrovane sumporne i azotne kiseline.

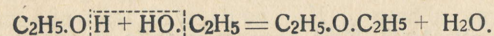


Nitroglicerin je izvanredno eksplozivan, pa se to njegovo svojstvo iskorišćuje u tehnici. Namoči li se njime kremena zemlja, dobije se d i n a m i t, koji je prvi načinio A l f r e d N o b e l. Na mjesto kremene zemlje bolje je upotrebiti za upijanje nitroglicerina ugljeni prah, drvenu piljevinu i brašno, jer te supstancije kod eksplozije također sagore i povećavaju količinu plinova.

VI. Etri

Dietilni etar $(C_2H_5)_2O$, dobiva se destilacijom etilnog alkohola sa sumpornom kiselinom. Treba uzeti smjesu od 5 dijelova 90% alkohola i 9 dijelova sumporne kiseline. Kada destilacija etra iz smjese zopčne (140° C), treba dolijevati daljne količine alkohola da se destilacija uzdrži.

Sumporna kiselina odvoji iz dvije molekule alkohola jednu molekulu vode, pa tako nastane etar kao dietilni oksid:



Etar je bezbojna tekućina koja vri kod 35,6° C. Njegove pare lako se zapale, pa se zato etar ne smije prelijevati u blizini plamena.

U novije vrijeme upotrebljava se on sve više u hirurgiji kao sredstvo za narkozu mjesto hloroforma koji na organizam štetno djeluje. Mnogo se upotrebljava i kao rastvarač. Hofmanove kapljice su smjesa od jednog dijela etra i 3 dijela alkohola, a služe kao lijek, jer ublažuju bolove (u želucu).

VII. Organske kiseline

1. Opća svojstva organskih kiselina

Alkoholna pića, kao što su vino i pivo, ako stoje dulje vremena u otvorenoj posudi, postaju kisela. Kisik iz uzduha djeluje na etilni alkohol, i on konačno oksidacijom prijeđe u octenu kiselinu:



Važno je istaknuti da sve organske kiseline moraju imati u svojim molekulama bar jednu ovako građenu grupu: $-C\lesssim^{OH}_{O}$ Tu grupu nazivamo k a r b o k s i l.

Kao što su alkoholi podijeljeni prema broju hidroksila, tako se i kiseline prema broju karboksilnih grupa dijele na j e d n o b a z i č n e, d v o b a z i č n e i v i š e b a z i č n e k i s e l i n e. Vodikov atom karboksilnog skupa može se zamijeniti atomom metala, pa tako nastaju soli dotičnih organskih kiselina.

Jednobazične kiseline zovu se također i m a s n e k i s e l i n e, jer viši članovi tih kiselina dolaze u mastima vezani na glicerin.

a) Jednobazične kiseline:

M r a v l j a k i s e l i n a, $HCOOH$, nastaje oksidacijom metilnog alkohola. Ima je gotove u mravima, dlakama nekih gusjenica, u lišću omorike i bodljikama koprive. Ta je kiselina prva u nizu homolognog niza masnih kiselina. Ona je najjača od svih među njima, pa ako kapne na kožu, prouzrokuje mjehure. Njezine se soli zovu f o r m i j a t i. Najjednostavnije se i najjeftinije dobiva mravlja kiselina, ako dovodimo ugljik-monoksid na natrijum-hidroksid kod 200° C. Na taj način dobije se najprije natrijum-formijat ($CO + NaOH = HCOONa$), a iz njega se oslobodi mravlja kiselina dodatkom sumporne kiseline.

Mravlja se kiselina upotrebljava u bojadisarstvu.

O c t e n a (s i r ć e t n a) k i s e l i n a, $C_2H_4O_2$. Slabo vino, koje se čuva u nenapunjenim bačvama, postane u ljetu kiselo, jer razrijeđeni alkohol kod nešto više temperature prelazi lako oksidacijom u octenu kiselinu. Octena kiselina dobiva se također i kod suhe destilacije drva. Iz vodenastog destilata, u kojem dolazi u smjesi sa nešto metilnog alkohola i acetona, odijeli se i veže s pomoću vapnena mlijeka. Kod toga nastaje kalcijeva sô octene kiseline koju zovemo kalcijum-acetat. Iz suhog kalcijum-acetata oslobodi se octena kiselina s dodatkom sumporne kiseline.

Octena kiselina je tekućina bez boje, ključa kod 118° C, a prelazi u čvrsto stanje i kristalizuje se kod 16,7° C (ledeni ocat).

Rastvaranjem nekih metala, metalnih oksida i karbonata u njoj nastaju soli octene kiseline koje zovemo a c e t a t i.

Acetati se rastvaraju u vodi. Neki se upotrebljavaju kao močila kod bojadisanja tkanina, a drugi opet trebaju u ljekarstvu.

O c a t je razrijeđena octena kiselina (3—6%), a upotrebljava se u kuhinji za začin jela.

Organske kiseline s većim brojem ugljikovih atoma u molekuli jesu više članovi u nizu masnih kiselina.

Najvažnije su one koje se nalaze u mastima, vezane na glicerin.

M a s l a č n a k i s e l i n a, C_3H_7. COOH, tekućina je neugodna mirisa ranketljiva (ljuta) ukusa. Uz ostale masne kiseline ima je vezane na glicerin u kravljem maslacu. Slobodna se nalazi u znoju i pokvarenom maslacu.

P a l m i t i n s k a k i s e l i n a, $C_{15}H_{31}$. COOH, i s t e a r i n s k a k i s e l i n a, $C_{17}H_{35}$. COOH, dolaze u većoj količini vezane na glicerin u životinjskim i biljnim mastima. One su čvrste kod obične temperature, bijele boje i bez mirisa.

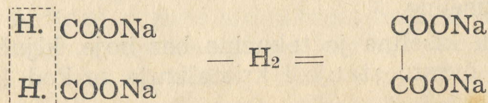
O l e i n s k a k i s e l i n a, $C_{17}H_{33}$. COOH, tekuća je kod obične temperature. Ta kiselina pripada među jednobazične nezasićene kiseline, a dolazi u pretežnoj količini vezana na glicerin u masnim uljima.

b) Alkoholne kiseline. M l i j e č n a k i s e l i n a, $C_3H_6O_3$ ili CH_3. CHOH. COOH, razlikuje se po svom sastavu od pomenutih kiselina time što se u njezinoj molekuli nalazi osim karboksilne grupe još i hidroksilna. Takove kiseline možemo zvati a l k o h o l n e k i s e l i n e, jer u molekuli dolazi h i d r o k s i l kojim se odlikuju alkoholi.

Mliječna kiselina nastaje kiselim vrenjem, te je ima u kiselom mlijeku, kiselom kupusu i repi, a osim toga i u mnogim životinjskim sokovima. Ona je bezbojna gusta tekućina bez mirisa, ali vrlo kisela ukusa. Ako je čista, stvara kristale koji se tale već kod 18° C. Njezine se soli zovu l a k t a t i.

c) Višebazične kiseline:

O k s a l n a k i s e l i n a, $C_2H_2O_4$ ili HOOC-COOH, postaje oksidacijom nekih organskih spojeva. Tehnički dobiva se taljenjem piljevine sa alkalnim hidroksidima. Danas se priređuje jeftinijim postupkom iz natrijum-formijata. Ovaj naime zagrijavanjem kod 400° C otpušta vodik i prelazi u natrijum-o k s a l a t (sô oksalne kiseline):



U mnogim biljkama, kao na pr. u kiselici i cecelju, nalazi se kalijum-hidrooksalat, HKC_2O_4.

Oksalna su kiselina i njezine soli otrovne.

Ona se upotrebljava u bojadisarstvu, a sa jednim njenim spojem (kalijum-tetraoksalatom) vade se mrlje od tinte i željezne rđe sa rublja.

V i n s k a k i s e l i n a, COOH. CHOH. CHOH. COOH, ili $C_4H_6O_6$, nalazi se u nezrelom grožđu i u drugom kiselom voću. Ona se kristalizuje u bistrim prizmama koje su vrlo kisela ukusa. Njezine se soli zovu t a r t a r a t i.

Upotrebljava se u bojadisarstvu. Smjesa vinske kiseline i natrijum-bikarbonata dolazi u trgovini pod imenom šumnog praška, a taj prašak, dodan pitkoj vodi, razvija ugljik-dioksid, od kojeg se voda zapjeni i postane svježa za piće.

Vinska se kiselina pravi iz s r i j e š i (birse) ili vinskog kamena koji se nakon dovršenog vrenja mošta izlučuje na stranama vinskih bačava kao kristalična kora. To je kalijum-hidrotartarat, $C_4H_5O_6K$. U tom spoju vodikov atom jedne karboksilne grupe zamjenjuje kalijum.

Kalijum-antimoniltartarat spoj je odvratnog ukusa, pa se prije upotrebljavao za prisilno povraćanje u slučaju otrovanja, a danas se upotrebljava u bojadisarstvu.

L i m u n s k a k i s e l i n a, $C_6H_8O_7$, je trobazična alkoholna kiselina. Ima je u limunu i u nekim drugim kiselim biljnim sokovima. Naveliko se proizvodi iz nedozrelih limuna. Njene se soli zovu c i t r a t i. Upotrebljava se kod štampanja na tkanine, a meće se i u pića da ih osvježi.

VIII. Amini, aminokiseline i amidi

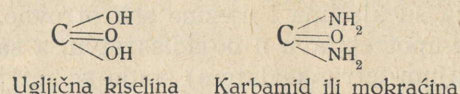
A m i n e možemo izvoditi iz amonijaka, ako zamjenjujemo njegove vodikove atome s alkilima. Zamijeni li se samo jedan atom vodika, dobije se p r i m a r n i a m i n, kao na pr.: $NH_2.CH_3$. To je metilni amin. Za primarne amine karakteristična je $—NH_2$ grupa, a zovemo je a m i n o g r u p a.

A m i n o k i s e l i n e. Zamijenimo li u organskoj kiselini vodikov atom koji se nalazi neposredno vezan na ugljik sa $—NH_2$ grupom, dobijemo aminokiselinu. Najjednostavnije građena aminokiselina je ona što je izvodimo od octene kiseline; to je amino-octena kiselina ili glikokol: $NH_2.CH_2.COOH$.

Aminokiseline su važne zbog toga što izgrađuju bjelančevine koje su za ishranu čovječijeg i životinjskog tijela nenadoknadive.

A m i d i. U organskim kiselinama može aminogrupa doći vezana i na ugljik karboksilne grupe zastupajući —OH gru-

pu. Takove spojeve zovemo kiselnski amidi. Najvažniji amid je karbamid ili mokraćina što je odvodimo od ugljične kiseline:



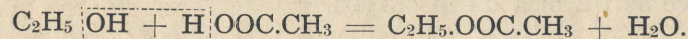
Ugljična kiselina Karbamid ili mokraćina

Pomenuto je da je mokraćina prvi vještačko priređeni organski spoj. U čovječjem organizmu nastaje kao krajnji proizvod razgradnje bjelančevina. Odrastao čovjek izlučuje dnevno u 1500 g mokraće oko 30 g mokraćine.

Daljnji derivat mokraćine je m o k r a ć n a k i s e l i n a, $C_5H_4O_3N_4$. U maloj količini dolazi u čovječjoj mokraći, a u ekskrementima reptilija i ptica ima je više u obliku amonijumove soli. Njene soli zovu se u r a t i. Kod nekih oboljenja taloži se mokraćna kiselina u zglobovima i u mjehuru u obliku teško rastvornih kiselih soli. Kao lijek prepisuju se mineralne vode koje sadrže soli litijuma, jer se litijum-urat lako rastvara.

IX. Estri

Naučili smo da je hidroksilna grupa bitno obilježje za baze i alkohole. Pokretljivi vodikov atom koji dolazi u svim anorganskim i organskim kiselinama sjedinjuje se kod neutralizacije sa —OH grupom baza i daje vodu. Na sličan način mogu kiseline reagovati i s alkoholima. Vodik kiselina spaja se sa hidroksilnom grupom alkohola, i nastaje voda, a preostali dijelovi sjedine se u spojeve koje zovemo e s t r i; n. pr.:



$$C_2H_5\,OH + H\,OOC.CH_3 = C_2H_5.OOC.CH_3 + H_2O.$$

Etilni alkohol + octena kiselina = etilni acetat (estar) + voda.

Proces spajanja alkohola i kiselina u estre zovemo e s t e r i f i k a c i j a. Nitroglicerin je estar glicerina i azotne kiseline.

Među p r i r o d n e e s t r e idu obične životinjske i biljne masti i ulja. To su estri trovalentnog alkohola glicerina sa stearinskom, palmitinskom, oleinskom i nekim drugim masnim kiselinama. Zovemo ih t r i g l i c e r i d i. U pčelinjem vosku dolazi palmitinska kiselina estarski vezana sa jednovalentnim miricilnim alkohom; to je miricilni estar palmitinske kiseline ($C_{15}H_{31}.COO.C_{30}H_{61}$).

Estre možemo prirediti i v j e š t a č k i. Ako esterificiramo alkohole što dolaze u patočnom ulju sa octenom ili mravljom kiselinom, dobijemo smjese estra koje se upotrebljavaju kao rastvarači za nitrocelulozne lakove. Neki estri u čistom stanju odlikuju se svojim ugodnim mirisom koji potsjeća na miris voća, pa se često proizvode da se upotrebe kao v o ć n e e s e n c i j e. Miris po k r u š k a m a ima izoamilni acetat ($CH_3.COO.C_5H_{11}$). Miris po a n a n a s u ima etilni estar maslačne kiseline ($C_3H_7.COO.C_2H_5$). Pomenuti etilni acetat potsjeća na miris staroga vina u kojemu se on i nalazi u vrlo malim količinama.

II. Dio (IV razred)

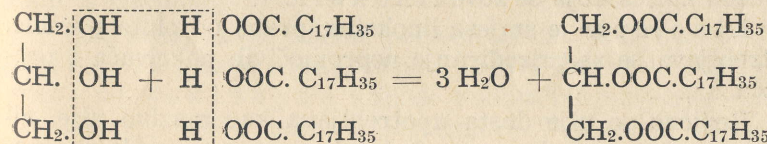
X. Masna ulja i masti

a) **Dobivanje masnih ulja i masti.** Sjemenke i plodovi mnogih biljaka i salo i masno životinjsko staničje sadrže masti i masnog ulja u znatnim količinama.

Ulje se vadi iz razmrvljenih biljnih sjemenaka i plodova prešanjem ili ekstrakcijom s benzinom. Poslije toga ulje se rafinuje da se iz njega uklone sve nečistoće. Tvrdi komadi tzv. uljne pogače, koji zaostaju u preši, daju se stoci kao izdašna hrana. Iz kokosovih oraha, plodova uljevite palme i sjemenaka kakaovca dobiva se čvrsta mast, a sjemenke i plodovi drugih biljaka daju tekuća ulja. Tako se dobivaju maslinovo, sezamovo, laneno, makovo, orahovo i druga ulja.

Iz sala i drugog masnog staničja domaćih životinja istaljuje se mast zagrijavanjem. U trgovini dolaze životinjske masti pod imenom loja, svinjske masti, koštane masti itd. Važna su također i riblja ulja koja se najviše dobivaju iz sala morskih sisavaca.

b) **Sastav i svojstva.** Masti i ulja imaju približno isti sastav. U svima dolazi glicerin vezan najčešće na palmitinsku, stearinsku i oleinsku kiselinu. Glicerin je, kako znamo, trovalentni alkohol, te može da estarski veže tri iste ili različne molekule pomenutih kiselina (trigliceridi). U mastima je složen glicerin u glavnom sa palmitinskom i stearinskom kiselinom, a u uljima dolazi pretežno oleinska kiselina uz druge još jače nezasićene masne kiseline. Evo kako sebi predočavamo stvaranje masti iz glicerina i stearinske kiseline:



$$\begin{array}{lllll} CH_2.OH & H\,OOC.C_{17}H_{35} & & & CH_2.OOC.C_{17}H_{35} \\ CH.OH & + H\,OOC.C_{17}H_{35} & = 3\,H_2O & + & CH.OOC.C_{17}H_{35} \\ CH_2.OH & H\,OOC.C_{17}H_{35} & & & CH_2.OOC.C_{17}H_{35} \end{array}$$

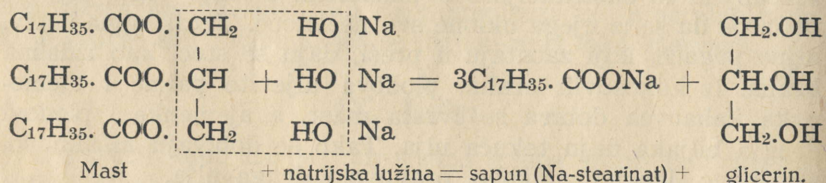
Glicerin + stearinska kiselina = voda + tristearin (mast).

Masti se i ulja ne rastvaraju u vodi, nego protresane s njom tvore e m u l z i j u. Dobro se rastvaraju u benzinu, hloroformu, ugljik-bisulfidu i drugim rastvaračima. Neki se od

tih rastvarača upotrebljavaju da se izvuče mast iz kosti i uljnih sjemenaka.

Svježe su masti i ulja bez mirisa i prema lakmusu reaguju neutralno. Dobro neočišćene masti brzo se kvare, a osobito ljeti, te zadobivaju neugodan miris i ljut ukus. Za ovakove masti kažemo da su užežene, pa lakmusov papir od njih pocrveni.

Već samim stajanjem i utjecanjem nečistoće mast se počne razlagati u svoje sastojine. Masti se raspadnu do kraja, ako ih kuhamo s alkalnim lužinama. To se vrši kod pravljenja sapuna, te se taj proces zove *osapunjenje* ili *saponifikacija*. Kod tog procesa masne se kiseline otcijepe od glicerina i vežu uz metal dotične lužine, i tako nastaju soli koje nazivamo *sapuni*. Osapunjenjem masti postane dakle glicerin slobodan:



Nekoja biljna ulja imaju svojstvo da se brzo osuše, ako se razmažu na staklenoj ili drvenoj pločici u tankom sloju. To su *sušiva ulja*, među koja idu laneno, konopljeno i makovo ulje. Maslinovo i neka druga ulja su *nesušiva*.

c) Upotreba ulja i masti. Od sušivih ulja najvažnije je laneno ulje koje se vadi iz lanena sjemena. Kuhamo li laneno ulje uz dodatak minijuma ili pirulozita, dobije se *firnis* koji se suši brže od samoga ulja. Firnis dolazi kao važna sastojina masnih lakova. Staklarski zamaz je tijesto, napravljeno od krede i firnisa, a zamaz, kojim se utvrđuju vodovodne cijevi, sadrži uglavnom minijuma.

Tako zvano *voštano platno* je nepromočivo, a dobije se, ako se obično platno prevuče lanenim firnisom. Firnis se na uzduhu uskoro zgusne i osuši, tako da nastane nepropusna kožica koja se zove *linoksin*.

Linoleum je smjesa linoksina, praha od pluta i smole. Upotrebljava se za priređivanje nepromočivih pokrivača i prostirača.

Repično se ulje dosta upotrebljava kao mazivo ulje, ali ugusti se, ako ga kuhamo uz dodatak sumpora, i onda se upotrebljava pod imenom *faktis* kao zamjena ili pridodatak kaučuku.

Najgušće je biljno ulje *ricinusovo*. Ono se ne rastvara u hladnom benzinu, a upotrebljava se za podmazivanje avionskih motora. Njegova je upotreba u ljekarstvu poznata.

Riblje se ulje upotrebljava za strojenje koža masnim činom. U sirovu stanju neugodno zaudara, ali zasićeno vodikom izgubi neprijatan miris, otvrdne i može se upotrebiti za priređivanje sapuna i svijeća.

Jetreno ulje (Lebertran) vadi se iz jetara nekih riba (tovara). Ovo se ulje uzima kao lijek proti malokrvnosti i slaboće. Sadrži male količine joda (0,03%) i dosta vitamina.

Koštana mast dobiva se iz kosti obično ekstrakcijom sa benzinom, a upotrebljava se za industrijske svrhe, i to najviše za fabrikaciju svijeća i sapuna.

Kunerol i *palmin* su jestive biljne masti, dobivene prečišćavanjem i rafinacijom palmine i kokosove masti.

+Sapun i njegovo dobivanje

Kuhamo li komadić loja u rastvoru natrijum-hidroksida, osapuniće se mast, i dobićemo sapunski rastvor. Dodatkom kuhinjske soli odvoji se iz rastvora tvrdi sapun i ispliva na površinu. Vodenasta tekućina ispod sapunskog kolača sadrži vodu u kojoj se nalaze rastvorena dodana sô i iz masti oslobođeni glicerin. Kod osapunjenja masti sa lužinama razgrade se trigliceridi, tako da se masne kiseline povežu na metal dotičnih lužina. *Sapuni su dakle zapravo soli masnih kiselina.*

Kod priređivanja sapuna naveliko postupa se obično ovako: Masti, koja se zagrijava u kotlovima, pridodaje se postepeno u vodi rastvorena lužina. Stalnim miješanjem napravi se ubrzo emulzija koja se pjeni, te zbog toga kuhanje treba voditi polagano i oprezno. Osapunjenje je dovršeno kada se više ne vide kapljice masti i kada se pjenjenje smiri. Odlučivanje sapuna iz rastvora pospješi se dodavanjem kuhinjske soli. Isoljeni sapun sakupi se na površini, a vodenasti se donji sloj (podlužnica) otpusti. Zaostali se sapun još prokuha, pa se izlije dok je još tekuć u kalupe u kojima hlađenjem čvrsne. Tako dobivene sapunske ploče režu se čeličnim žicama u kockaste komade. Pošto se osuše i dobiju žig tvornice, šalju se komadi u trgovinu.

Za svagdašnju kućnu potrebu služi tvrdi *natrijski sapun*. Za pranje sukna, vune i podova uzima se obično mekani *kalijski sapun* koji se dobiva osapunjenjem različnih ulja s pomoću kalijum-hidroksida. Taj sapun se ne isoljuje pa sadrži i svu podlužnicu.

Sapuni za umivanje razlikuju se od običnih samo time što sadrže primiješanih mirisa i boja, dok se *medicinskim sapunima* dodavaju različna desinfekciona sredstva.

Poznajemo sapune i nekih drugih metala, ali se oni upotrebljavaju u posebne svrhe. Tako se aluminijskim sapunom načine tkanine da budu neprobojne za vodu, a ljepivi olovni sapun služi kao melem.

Sapuni kod pranja emulguju mast, potpomažu dobro namakanje tkanina i tako omogućuju izapiranje masnih mrlja.

Rublje se i tijelo izapere s pomoću sapuna bolje i lakše u mekanoj vodi nego u tvrdoj. Tvrde vode sadrže znatnije količine kalcijskih i magnezijskih spojeva, pa se dotični metali kod sapunanja i pranja talože, na što se potroši i izgubi jedan dio sapuna. Talozi, koji ispadaju kod sapunanja i mute tvrdu vodu, nijesu ništa drugo nego spojevi kalcijuma i magnezijuma sa masnim kiselinama. To su dakle kalcijski i magnezijski sapuni. Oni smetaju i otešćavaju pranje i time što prianjaju čvrsto za tkanine.

Industrija svijeća

Svijeće su prije pravljene iz loja i voska, a danas se priređuju najvećim dijelom iz parafina i stearina. Pčelinji vosak je danas preskup, a loj je vrlo loš materijal za građenje svijeća. Lojane su svijeće ljepive, a kod sagorijevanja rasprostiru dosta neugodan miris.

Stearinske su svijeće izrazito bijele boje, tvrde i neprozračne, a počeo ih je prvi naveliko proizvoditi Mili (Milly), zbog čega se i zovu Milijeve svijeće.

Stearin, od kojega se izrađuju svijeće, priređuje se na slijedeći način: Loj i druge čvrste životinjske i biljne masti podvrgnu se takovoj razgradnji da se iz masti izluče masne kiseline. Smjesa dobivenih masnih kiselina izlije se u posude, pa se mirovanjem iskristalizuju stearinska i palmitinska kiselina. Tekuća se oleinska kiselina nakon toga prešanjem odijeli. Stearinska i palmitinska kiselina sačinjavaju tehnički stearin.

Kod izgrađivanja svijeća treba stearin najprije rastaliti, a onda ga izliti u metalne šuplje kalupe uzduž kojih je provučen fitilj. Ohlađivanjem stearin se ščvrsne, i iz kalupa se izvadi nakon toga svijeća.

Za pravljenje parafinskih svijeća upotrebljava se parafin. Njemu se obično primiješa malo stearina da se svijeće lakše izvuku iz kalupa. Osobito dobre svijeće dobiju se iz smjese koja je sastavljena od $^2/_3$ parafina i $^1/_3$ stearina.

Voštane svijeće izrađuju se višekratnim umakanjem fitilja u rastaljenu voštanu masu. Primljeni vosak uvalja se nakon toga oko fitilja na ravnoj podlozi, ali se može

raditi i tako da se nakon svakog umakanja fitilj provlači kroz okrugle pukotine sve većega promjera.

Voštane se svijeće ne mogu prirediti lijevanjem, jer vosak kod očvršćavanja smanjuje svoj volumen, pa gotova svijeća ne ispunjava potpuno kalup.

Kod najprvih svijeća morao se fitilj podrezivati, jer je svijeća inače kod gorenja dimila. Danas je fitilj tako ispleten da mu se vrh kod izgaranja izvija na stranu i tako dolazi u vrući spoljašnji plašt plamena, a tu onda postepeno sagorijeva. Da bi fitilj jednoličnije sagorijevao, namače se u rastvoru lako taljivih soli. Obično je to smjesa amonijskog fosfata i sulfata sa bornom kiselinom.

XI. Ugljični hidrati

Među ugljične hidrate ubrajamo sve vrste šećera, dekstrin, skrob i celulozu. Velika se većina tih spojeva nalazi u biljkama, a samo ih malo dolazi u životinjskom organizmu.

Ugljični hidrati građeni su od ugljika, vodika i kisika.

Važno je pomenuti da kisik i vodik dolaze u svima upravo u istom omjeru kao i u vodi. Ugljični hidrati su važni, jer u svagdašnjoj našoj hrani dolaze uz bjelančevine i masti u pretežnoj količini.

1. Najvažnije vrste šećera

Grožđani šećer, glukoza ili dekstroza, $C_6H_{12}O_6$, dolazi u soku mnogog voća, kao na pr. grožđa, smokava i šljiva.

Sušenjem tih plodova ukazuje se grožđani šećer na površini kao sladak prah, a duljim stajanjem meda izledi se on u obliku bijelih zrnaca. Iz glukoze, koja dospijeva hranom u naše tijelo, stvara se u jetrima ugljični hidrat glikogen. Kod ljudi, koji boluju od šećerne bolesti, jetra su bolesna, pa jedan dio glukoze odlazi neiskorišćen i dospijeva konačno u mokraću. Tehnički se proizvodi glukoza kuhanjem skroba s razrijeđenim kiselinama. U vezi s tim načinom dobivanja zove se glukoza i skrobni šećer.

Voćni šećer, fruktoza, $C_6H_{12}O_6$, nalazi se pored glukoze u mnogom slatkom voću. Med je smjesa jednakih količina grožđanog i voćnog šećera. Kristalizacijom možemo ih rastaviti, jer se fruktoza teže kristalizuje od glukoze. Fruktoza ima istu empirijsku formulu kao i glukoza, ali je smještaj atoma u njihovim molekulama različan.

Maltoza, $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$, stvara se u sjemenkama žitarica kod klijanja. Ona postaje zapravo iz skroba, a dobiva se iz slada. Slad je proklijali i osušeni ječam koji se upotrebljava za dobivanje piva.

Mliječni šećer, laktoza, $C_{12}H_{22}H_{11} + H_2O$, nalazi se rastvoren u mlijeku sisavaca, pa je važan kao prva hrana dojenčadi. Mliječni se šećer ne rastvara tako lako u vodi, a nije ni tako sladak kao obični šećer. Isparavanjem slatke sirutke izlučuju se njegovi praškasti tvrdi kristali koji pod zubima škripe.

Pod utjecajem nekih bakterija, koje se u mlijeku osobito u ljeto bujno razvijaju, prelazi mliječni šećer u mliječnu kiselinu (kiselo mlijeko).

Saharoza, (trščani, repin) ili obični šećer, $C_{12}H_{22}O_{11}$, dolazi u mnogom bilju i voću. U većim se količinama nalazi u korijenu šećerne repe (16%) i stabljici šećerne trske (18%). Iz tih biljaka ona se tehnički naveliko i proizvodi.

Saharoza se lako rastvara u vodi. Iz gustog sirupastog rastvora iskristalizuje se kao kandis bez kristalne vode. Zagrijavanjem do 160° C saharoza se rastali, a nakon ohlađivanja zaostane amorfna i providna (bonboni). Grijanjem do 200° C postane saharoza smeđa; ona prijeđe u karamel kojim se bojadišu jestvine i pića. Grije li se obični šećer bez pristupa uzduha još jače, rastvara se na gorive pare koje izlaze, a zaostaje šupljikav sjajan ugalj.

Kuhamo li saharozu s razrijeđenim kiselinama, razgradi se ona na fruktozu i glukozu. Dobivena smjesa glukoze i fruktoze zove se invertni šećer. Ovakovu razgradnju šećera zovemo inverzija. Invertni šećer ne kristalizuje se dobro, pa se kod fabrikacije šećera pazi da ne dođe do inverzije saharoze.

Fabrikovanje šećera

Saharozu ili obični šećer nalazimo u soku šećerne repe. Kod dobivanja šećera iz šećerne repe postupa se na slijedeći način: Repa se opere i izriba na sitne rezance. Slatki sok iscrpe se iz rezanaca vrućom vodom u posebnim posudama. Vodeni je rastvor ovako dobivenog šećernog soka mutan i reaguje kiselo. U njemu ima osim šećera još i organskih kiselina, bjelančevina, mineralnih soli i nešto boje. Najveći dio tih nečistoća odijeli se kuhanjem soka s vapnom. Ovim postupkom, koji se zove čišćenje soka, uklone se kiseline i zgrušaju bjelančevine. Kiseline se moraju otstraniti odmah, jer bi njihovim utjecajem došlo do inverzije saharoze.

Suvišno vapno izluči se iz šećernog rastvora s pomoću ugljik-dioksida. Taj postupak, kod kojega se taloži suvišno vapno kao kalcijum-karbonat, zove se saturacija.

Procijeđeni razblaženi sok isparuje se zagrijavanjem u posebnim posudama iz kojih se djelomično isiše uzduh. Ukuhavanje se nastavi sve dotle dok se iz ugušćenog rastvora ne iskristalizuje jedan dio šećera. Kristali šećera odjeljuju se od sirupa u centrifugama.

Zadnji sirup, iz kojega se kristalizacijom ne može više odlučiti šećer, zove se melasa. S površine kristala sirovog šećera skine se zaostala melasa pranjem s vodom, pa se tako dobije kristalni šećer.

Rafinacija kristalnog šećera obavlja se tako da se rastvori u vrućoj vodi i procijedi kroz spodijum. Šećernom rastvoru oduzme se na taj način boja, a nakon toga ponovno se ukuhava rastvor do kristalizacije. Tako se dobije rafinovani šećer sasvim bijele boje.

Veliki komadi šećera (glave) dobiju se izlijevanjem vrlo ugušćenog šećernog rastvora u šuplje limene kalupe. Šećer u kockama dobiva se razrezivanjem većih komada u tanke ploče i kockice.

Polaganom kristalizacijom zasićenog šećernog rastvora u posudama, koje miruju i u koje su uvješene niti, stvaraju se veliki kristali kandis šećera.

Šećer, koji zaostaje u melasi (oko 50%), preradi se obično vrenjem na alkohol i tako se iskoristi.

2. Skrob i dekstrin

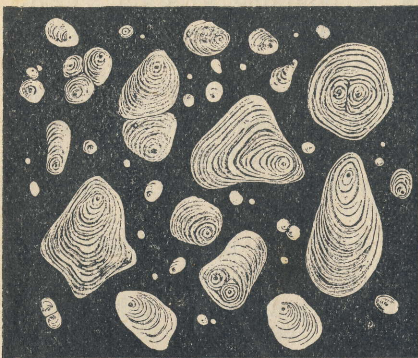
Skrob ili amilum, dolazi u različnim biljnim dijelovima, a naročito u sjemenju žitarica, gomolju i ostalim podzemnim stabljikama. Za tehničko dobivanje skroba upotrebljavaju se najviše sjemenke pšenice i pirinča ili gomolji krumpira. Mrvljenjem i drobljenjem tih biljnih dijelova i izapiranjem s vodom na finim sitima odijeli se skrob kao sitni prah koji se slegne na dno posude. Slegnuti se skrob ponovno izapire i suši.

Pokusom se može pokazati odlučivanje skrobnih zrnaca iz pšeničnog brašna ili izrezanog krumpira, ako se uzme kao cjedilo platneno tkanje. U njega se stave sitne strugotine krumpira ili fino pšenično brašno. Skrobna zrnca izapiru se ponovnim dolijevanjem vode u platnenu kesicu koja se češće protrese i prognječi. Slegnuti izaprani skrob u podmetnutoj posudi može se pročistiti ponovnim izapiranjem kroz platneno cjedilo, a nakon toga se osuši.

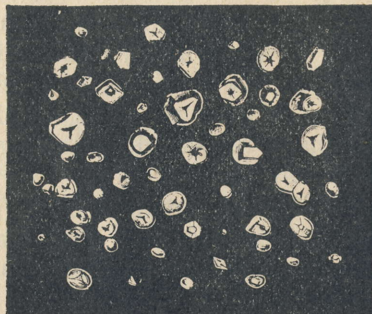
Skrobna zrnca različitih biljaka mogu se pod mikroskopom razlikovati po obliku i veličini (sl. 90 i 91). Sve su vrste skrobnih zrnaca bez mirisa i ukusa. U hladnoj vodi skrob se ne rastvara. Kuhanjem skrob prima vodu i bubri, a zrnca se raspuknu, i tako nastane skrobno ljepilo. Slobodnim jodom oboji se skrob tamnomodro.

Ako se skrob zagrijava do 200° C ili ako se na njega djeluje razrijeđenim kiselinama kod niže temperature, nastane

dekstrin koji se u vodi rastvara i ima sladak okus. Kod pečenja kruha jedan se dio skroba pretvori u dekstrin, a zbog toga i postane osobito kora kruha slatka.



Sl. 90. Skrobna zrnca krumpira pod mikroskopom.



Sl. 91. Skrobna zrnca kukuruza pod mikroskopom.

Iz brašna žitarica, pirinča, krumpira i variva, gdje dolazi skrob u pretežnoj količini, priređuje čovjek svagdanju hranu. Iz skroba se proizvodi alkohol, dekstrin, maltoza i glukoza. Skrob se upotrebljava također kod bijeljenja i glačanja rublja i kao bjelilo za lice (u kozmetici).

Dekstrin se upotrebljava kao ljepilo za marke, etikete i kuverte mjesto skuplje arapske gume. Pridodaje se mastilu da ono postane gušće i da se ne razlijeva po papiru.

Najmanji omjerni brojevi za atome ugljika, vodika i kisika kako dolaze u molekulama skroba i celuloze određeni su redom sa 6 : 10 : 5 ili kratko pisano u obliku formule $C_6H_{10}O_5$. Za molekulsku težinu skroba i celuloze utvrđeno je da ona mora biti neki mnogokratnik (x) od ove najjednostavnije formule. Zato formulu tih ugljičnih hidrata pišemo $(C_6H_{10}O_5)x$. Ovo je opravdano i time što se molekule skroba i celuloza mogu razgraditi s pomoću razblaženih kiselina na jednostavne šećere $(C_6H_{12}O_6)$. Takove ugljične hidrate kao što je skrob i celuloza zovemo polioze.

3. Celuloza

Celuloza, $(C_6H_{10}O_5)x$, izgrađuje stijenke svih biljnih stanica. Ona je glavna sastojina drva i slame, a pogotovu lana i pamuka. Celuloza je najrašireniji ugljični hidrat pa ima i mnogovrsnu upotrebu. Njom se odijevamo (lanena i pamučna tkanja), po njoj pišemo (papir), a sa hranom (povrće i voće) dolazi i u naša probavila.

U drvetu izmiješana je celuloza i proniknuta drugim primjesama, i to ligninom, taninom, smolama i mineralnim materijama. U fabrikama papira razore se u drvetu hemijskim djelovanjem sve ostale primjese da se dobije čista celuloza.

Čista je celuloza bez mirisa i ukusa, hemijski vrlo otporna, pa se ne rastvara ni u vodi ni u drugim običnim rastvaračima nego samo u amonijakalnom rastvoru kupri-oksida. Pod utjecajem nekih reagensa ona se mijenja. Kuhana sa razrijeđenom sumpornom kiselinom razgradi se sve do glukoze.

Pergamentni papir dobije se iz celuloze, ako se papir za filtrovanje zaroni za nekoliko časaka u hladnu 73% sumpornu kiselinu, pa se nakon toga odmah dobro ispere vodom i osuši.

Ako na celulozu (čisti pamuk) djeluje smjesa koncentrovane azotne i sumporne kiseline, nastaje već prema vremenu djelovanja celulozni mononitrat, dinitrat ili trinitrat.

Celulozni mononitrat i dinitrat rastvara se u smjesi alkohola i etra, pa se tako dobivena bistra tekućina zove kolodijum. Iz kolodijuma dade se prirediti vještačka svila; od njega se prave i balončići, a upotrebljava se za zaštitu i pokrivanje manjih rana.

Celulozni dinitrat u smjesi sa nešto kamfora daje celuloid, od kojega se prave češljevi i ukrasni predmeti.

Celulozni trinitrat zove se piroksilin (praskavi pamuk). Namočen u acetonu pretvara se on u amorfnu prozračnu masu, pa se u ovom obliku upotrebljava kao bezdimni barut.

Praskava želatina je smjesa nitroglicerina i kolodijeva pamuka, a upotrebljava se također kao eksploziv.

Kao što celuloza s azotnom kiselinom daje nitrate, tako će slično utjecajem octene kiseline na celulozu nastati njezin triacetat koji se zove celon. Celon je sličan celuloidu, ali se tako lako ne zapali. Rastvara se u nekim rastvaračima. Od njega se priređuju lakovi kojima se liče osobito avioni. Iz rastvora celulozina triacetata priređuje se tako zvana acetat-svila.

Fabrikacija papira (hartije)

Kao sirovine za dobivanje papira upotrebljavaju se istrošene i iznošene lanene i pamučne tkanine (krpe), a jeftinije vrste papira prave se od slame i drva. Kod pravljenja papira iz drva i slame treba najprije ukloniti druge primjese da se dobije čista celuloza. U tu svrhu slama se iskuhava s natrijskom lužinom, a usitnjeno drvo iskuhava se u sulfitima. Da se primjese, koje onečišćavaju celulozu, što brže odluče i razore, kuhanje se provodi pod pritiskom. Zaostala se dobivena celuloza dobro ispere i izbijeli s hlornim vapnom.

Otpaci lanene i pamučne robe sastoje u glavnom od celuloze, pa se ne iskuhavaju s lužinom, nego se samo sitne i izbje-

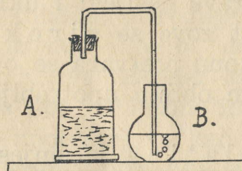
ljuju. Priređivanje, dakle, papira od ovoga je materijala jednostavno, a gotov papir je finiji i skuplji. Kaši celuloznih vlakanaca dodaje se nešto smolnog ljepila (smolni sapun) da se vlakanca bolje slijepe i da se po gotovu papiru mastilo ne razlijeva. Katkada se dodaju i praškaste mineralne materije (kreda, sadra, kaolin) da papir bude puniji.

U vodi razmućena kaša celuloznih vlakanaca prevodi se preko gustih sita. Voda kroz njih otječe, a zgusnuta međusobno isprepletena vlakanca se suše i glačaju (satiniraju) između željeznih valjaka.

Papir za filtrovanje i upijač skoro su čista celuloza, jer ne sadrže ni ljepila ni praškastih mineralnih dodataka.

XII. Alkoholno vrenje

Nacijedi slatkog voćnog soka i dodaj mu nešto kvasca. Uskoro opažaš kako se iz tekućine uzdižu mjehurići nekog plina. Vodiš li isti plin iz boce, u kojoj nastaje, kroz cijev, koja je uronjena u vapnenu vodu (sl. 92), počeće se vapnenica



Sl. 92. Alkoholno vrenje. Ugljik-dioksid koji kod vrenja nastaje u posudi A muti vapnenu vodu u B.

mutiti. Time si saznao da je plin, koji se uzdiže u mjehurićima, ugljik-dioksid.

Nakon dovršenog vrenja zaostalu tekućinu procijedi i destiluj. Prve kapi destilata izgaraju zapaljene modrikastim plamenom, a mirišu izrazito po alkoholu. Zaostala tekućina u boci nije više slatka.

Pokusima smo utvrdili da se šećer voćnog soka raspao na alkohol i ugljik-dioksid:



$$C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_5.OH + 2CO_2.$$

Kako je glavni proizvod ove razgradnje alkohol, naziva se proces *alkoholno vrenje*.

Kod razgradnje šećera na alkohol i ugljik-dioksid važnu ulogu ima kvasac. Kvasac sastoji od mikroskopskih jednostaničnih gljivica. Njihovu životu i razvoju osobito pogoduje i prija razrijeđen šećerni rastvor. Kvasne gljivice svojim životom u slatkom rastvoru razgrađuju složene molekule šećera na alkohol i ugljik-dioksid.

Iz iskustva znamo da slatkom soku grožđa (mošta) ne

treba dodavati kvasca, pa ipak dolazi do istog alkoholnog vrenja. Razlog je tome što se zameci kvaščevih gljivica, koje su uzročnici vrenja, nalaze u uzduhu i na jagodicama grožđa, odakle dospiju u mošt.

Zakuhaš li voćni sok (mošt) u bočici koju treba odmah zatvoriti staklenim ili iskuhanim čepom od pluta, vrenje će tog soka izostati. Zašto?

Utjecajem kvaščevih gljivica teče proces alkoholnog vrenja povoljno kod temperature od 5—30° C.

1. Dobivanje vina

Iz dozrelog grožđa dobiva se prešanjem (cijeđenjem) slatki sok koji zovemo *mošt* ili *šira*. U bačvama, napunjenima moštom, dolazi uskoro do burnog vrenja. Slatki se ukus mošta sve više gubi, a proizvod vrenja ima svojstvo da djeluje opojno. Šećer se grožđanog soka razgradi vrenjem na alkohol i ugljik-dioksid. Kvaščeve gljivice, koje uzrokuju vrenje, dospjele su sa jagodica i peteljaka grožđa u mošt.

Početno je vrenje mošta burno. Zato se bačve ne smiju posve napuniti moštom, jer bi slatki sok u početku kod naglog vrenja prekipio. Nakon *glavnog vrenja*, koje traje nekoliko sedmica, najveći je dio grožđanog šećera alkoholno provreo. Mlado se vino odijeli pretakanjem od muteža koji se staloži na dno bačve. Mutež sastoji od kvaščevih gljivica i izlučene birse. U pretočenom mladom vinu dovršava se polagano vrenje još zaostalog šećera. To je *naknadno vrenje* koje traje preko čitave zime. U proljeće se vino ponovo pretače u čiste bačve. Duljim stajanjem kroz nekoliko godina vino dozre. Uljepšani ukus čini ga pitkim, a stara vina imaju i poseban fini miris *buke* (*bouquet*) koji se s vremenom razvije. Zbog svoga alkohola djeluje vino kao i druga alkoholna pića na čovječji organizam opojno i otrovno.

Vina se razlikuju po vrsti grožđa od kojega su dobivena. Crno se vino dobiva od crnog grožđa, ako se kožurice jagodica ne odijele od soka kod početnog vrenja. Alkohol, koji vrenjem nastaje, rastvara njihovu boju, pa se zato sok, koji alkoholno vri, već za par dana izrazito obojadiše. Iz kožurica prijeđe u rastvor također i nešto treslovine od koje crno vino zadobije opor ukus i postane stalnije.

Preporuča se da grožđe ostane što dulje na čokotu da dobro dozori. Od dobro dozrela grožđa iscijedi se jako sladak mošt. Vrenjem takova mošta dobije se vino koje sadrži više alkohola, a to se i želi, jer dovoljne količine alkohola čuvaju vino od kvarenja.

Vino je dakle alkoholno piće, dobiveno alkoholnim vrenjem mošta. Osim vode i alkohola (6—10%) sadrži vino i

glicerina, jantarne i vinske kiseline, mineralnih soli i nešto estara, a crna vina i tanina i boje.

Šampanjac se pravi iz dovrelog vina, ako mu se doda nešto običnog šećera i posebno uzgojenog kvasca. Ovako se začinjeno vino prepusti polaganom vrenju koje traje do dvije godine. Konačno se iz boca izvadi talog od kvaščevih gljivica i doda liker koji se priredi rastvaranjem šećera i voćnih estara u konjaku. Naknadnim vrenjem prvi put dodanog šećera nastaje uz alkohol i ugljik-dioksid, a taj zaostaje u vinu tako da se dobije šampanjac kao pjenušavo piće.

Hemijsko liječenje i popravljanje vina:

U slabim se vinima lako razmnažaju bakterije koje vino kvare. Ima bakterija koje pretvaraju alkohol vina u octenu kiselinu. To su bakterije ocatno-kiselog vrenja. Njihov razvoj potpomaže dovoljan pristup uzdušnog kisika. Druge vrste bakterija mogu razgraditi alkohol tako daleko da od njega nastanu ugljik-dioksid i voda. Pod utjecajem tih bakterija vino izgubi uskoro svaku vrijednost.

Bolestima vina može se predusresti, ako se bakterije kao uzročnike kvarenja i bolesti vina u početku njihova razvoja uništi. U tu se svrhu služimo pretakanjem vina u sumporisane bačve ili pasterizovanjem, tj. zagrijavanjem vina do 60° C. Slaba je vina dopušteno pojačati dodatkom šećera i čistoga kvasca. U kišovitim godinama često se dogodi da grožđe potpuno ne dozori, te su dobivena vina obično kisela. U takovim slučajevima dozvoljeno je oduzeti suvišnu kiselinu dodavanjem odmjerenih količina čistog kalcijum-karbonata.

2. Proizvođenje piva

Pivo se proizvodi od slada, hmelja i vode. Slad se dobiva iz ječma, ako ga namočena prepustimo kratkotrajnom klijanju. Nakon nekoliko dana, dok još zelen list klice (supka) ne izbije napolje, treba obustaviti klijanje naglim sušenjem kod povišene temperature. Ovako dobiveni slad krupno se samelje i izlužuje (kuha) sa vodom kod 65—70° C. Voda rastvara maltozu, dekstrine i druge neke sastojine koje sadrži slad, pa se tako dobije slatko pivo. Dobiveno slatko pivo zakuha se s hmeljem da u rastvor prijeđu njegovo eterično ulje, gorčina i smola.

Sastojinama hmelja začinjeno slatko pivo mora se naglo ohladiti. Nakon toga prepušta se u velikim bačvama vrenju uz dodatak posebno uzgojenih čistih kvaščevih gljivica. Glavno vrenje svršava nakon 7—14 dana kod temperature od 5—8° C, a poslije toga prepušta se mlado pivo naknadnom vrenju kod temperature oko 0° C.

3. Proizvođenje spirita

Spirit je proizvod alkoholnog vrenja.

Naveliko se spirit dobiva iz jeftinih sirovina koje su bogate skrobom. Skrob se mora najprije razgradnjom pretvoriti u šećer. U tu svrhu pare se skrobne sirovine, kao što su krumpir i kukuruz, vrućom vodenom parom (140° C) uz povećani pritisak. Tako se dobije jednolična kaša, a u njoj su nabubrena skrobna zrnca djelomično već razgrađena. Kada smo vodom razrijeđenu kašu već ohladili na 50—60° C, doda joj se kod te temperature nešto zelena slada, tj. proklijalog ječma. Utjecajem dijastaze, koja se kod klijanja stvara u ječmu, pretvori se uskoro skrob u šećer, i tako se dobije slatki kom.

Slatki kom treba tada ohladiti na 15—20° C i dodati mu kvasca da šećer alkoholno provri. Prevreli kom sadrži alkohola koji se u posebno građenim aparatima predestiluje. Tako se dobije sirovi spirit koji sadrži oko 80—90% alkohola, a ostalo su voda i male količine patočnog ulja. Sirovi se spirit mora ponovno destilovati, a kod toga se odijeli patočno ulje i dobije rafinovani spirit sa 96% alkohola.

Voćne se rakije dobivaju destilacijom prevrelih voćnih sokova. Destilacijom šljivova koma proizvodi se kod nas mnogo šljivovice. Iz spirita pravi se obična rakija razrjeđivanjem vodom. Rakije sadrže oko 20—50% alkohola, a u voćnim rakijama ima nešto i mirisavih supstancija, po kojima se raspoznaju.

Konjak se dobiva destilacijom vina, a rum prerađivanjem melase šećerne trske. Likeri su šećerom zaslađene obične rakije koje su obojadisane i začinjene mirisavim ekstraktima iz bilja.

4. Alkoholno vrenje hljeba

Kod priređivanja hljeba mijesi se brašno s vodom uz dodatak kvasca i soli. Zamiješano tijesto, ostavljeno neko vrijeme na toplom mjestu, počne uskoro da se nadiže. Do te promjene dolazi zbog toga što jedan dio skroba prijeđe utjecajem kvaščevih gljivica u šećer koji odmah alkoholno prevri. U tijestu dakle nastaju alkohol i ugljik-dioksid. Zbog velike rastegljivosti tijesta ne mogu pare alkohola i CO_2 izbiti napolje, nego zaostaju na mjestu gdje nastaju, tamo se nakupljaju i uzdižu tijesto.

U peći kod povišene temperature alkoholno vrenje doduše prestane, ali se alkoholne pare i zatvoreni ugljik-dioksid još i dalje rastežu, te zbog toga hljeb postaje kod pečenja još više šupljikav i spužvast.

Pečenjem se skrob u tijestu promijeni. Na površini se pretvori jedan dio skroba u dekstrin, te zbog toga i jest kora hljeba slatka. Dekstrin ne propušta lako vlagu iz unutrašnjosti, zato pečen i nenačet hljeb i ostaje jedno vrijeme svjež i vlažan.

XIII. Važniji cijanski spojevi

U svim cijanskim spojevima nalazi se atomska grupa —CN koja se zove c i j a n. Cijan ne može opstati sam za sebe, nego se veže s vodikom i metalima u cijanske spojeve.

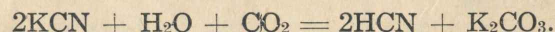
C i j a n - v o d i k ili c i j a n o v o d i č n a k i s e l i n a, HCN, nastaje raspadanjem a m i g d a l i n a koji se nalazi u gorkim bademima. Amigdalin dolazi i u sjemenkama našeg koštičavog voća.

Cijanovodična je kiselina bezbojna tekućina koja svojim mirisom potsjeća na gorke bademe. Ide među najopasnije otrove, jer već kratkotrajno udisanje njenih para prouzrokuje smrt.

Soli cijanovodične kiseline zovu se c i j a n i d i.

N a t r i j u m - c i j a n i d, NaCN, ima svojstvo da sa zlatom stvara sastavljenu sol koja se rastvara u vodi. Zato se upotrebljava za rastvaranje i vađenje sitno razdijeljenog zlata iz zlatonosnog pijeska.

K a l i j u m - c i j a n i d, KCN, ili c i j a n k a l i j u m, postaje neutralizacijom cijanovodika sa KOH. U većim se količinama proizvodi cijankalijum prevođenjem amonijaka preko usijane smjese od potaše i uglja. Cijanovodična kiselina je jedna od najslabijih kiselina, pa je zato iz njezinih soli može potisnuti već i slaba ugljična kiselina:



$$2KCN + H_2O + CO_2 = 2HCN + K_2CO_3.$$

Cijankalijum je jak otrov kao i cijan-vodik. Upotrebljava se u fotografiji i za galvansko posrebrivanje i pozlaćivanje.

K a l i j u m - f e r o c i j a n i d ili ž u t a k r v n a sô, $K_4Fe(CN)_6 + 3H_2O$, dobiva se prerađivanjem izrabljene željezne rude koja se upotrebljavala za čišćenje rasvjetnog plina od cijanskih spojeva.

Miješamo li rastvor kalijum-ferocijanida s rastvorom feri-hlorida ($FeCl_3$), ispašće kao talog modra boja, b e r l i n s k o m o d r i l o.

Rastvorimo li živu u azotnoj kiselini i dodamo li tom rastvoru nešto alkohola, izlučuju se žućkasti kristali koji se zovu f u l m i n a t i. Osušena ova sô eksplodira od udarca. Zato se upotrebljava za punjenje kapsula kojima se pripaljuju različni eksplozivi.

XIV. Aromatski spojevi

U aromatskim spojevima povezani su ugljikovi atomi u prstenu. Najvažniji je njihov pretstavnik benzol, a od njega se izvode svi ostali. To je prstenasto građeni ugljikovodik sa šest C-atoma u molekuli. Benzol i drugi najvažniji aromatski spojevi vade se iz katrana kamenog uglja.

1. Prerađivanje katrana

Spomenuli smo da se kameni ugalj podvrgava suhoj destilaciji, pa se uz katran kao tekući proizvod dobiju koks i rasvjetni plin.

Katran je gusta crna tekućina osobita mirisa. Destilacijom se odvoje iz katrana svi isparljivi produkti, a u retorti zaostane crna masa,tzv. k a t r a n s k a s m o l a. Kod destilacije se hvata isparljivi dio u ove četiri frakcije:

1. L a k o u l j e destiluje zagrijavanjem katrana do 170° C. Daljnjim čišćenjem i ponovnom destilacijom te frakcije dobivaju se posebno čisti b e n z o l, t o l u o l i njihovi homolozi.

2. S r e d n j e u l j e predestiluje se između 170—230° C. Iz njega se dobiva poglavito f e n o l i n a f t a l i n.

3. T e š k o u l j e hvata se kod destilacije od 230—270° C. Ono sadrži još dosta naftalina i drugih aromatskih spojeva.

4. A n t r a c e n s k o u l j e je posljednja frakcija koja prelazi od 270—350° C. Iz toga se destilata izluče ohlađivanjem čvrste sastojine, među kojima je osobito važan a n t r a c e n. Uljni se dio odijeli prešanjem i upotrebljava za konzervovanje (impregnovanje) drva, naročito željeznih pragova i telegrafskih stupova.

2. Važne sastojine katrana

B e n z o l, C_6H_6, tekućina je izrazitoga aromatskog mirisa. Ključa kod 80,4° C, a upaljen izgara čađavim plamenom. Tehnički benzol upotrebljava se za pogon motora mjesto benzina. On rastvara smole, masti i kaučuk. Zbog toga služi u industriji laka kao rastvarač. Čisti benzol mnogo se prerađuje u industriji boja na nitrobenzol.

N i t r o b e n z o l, $C_6H_5NO_2$. Ako pustimo djelovati smjesu koncetrovane azotne i sumporne kiseline na benzol, dobije se nitrobenzol kao uljasta tekućina teža od vode.

Nitrobenzol je tekućina slabo žućkaste boje koja vri kod 208° C. Miriše po gorkim bademima, pa ga upotrebljavaju pod imenom M i r b a n o v a u l j a za parfimovanje sapuna. Njegove su pare otrovne. Mnogo se troši za proizvođenje anilina i u industriji anilinskih boja.

Fenol ili karbolna kiselina, C_6H_5OH, izvodi se od benzola zamjenom jednog vodikova atoma s hidroksilom. Fenol se vadi iz druge i treće frakcije katranskog ulja izmućkavanjem s alkalijama, jer se u njima fenoli rastvaraju. Iz takovog se alkalnog rastvora fenoli oslobode dodatkom koje mineralne kiseline. Čisti se fenol kristalizuje u bezbojnim iglicama koje se na uzduhu razmoče, a ako je onečišćen, pocrveni na svjetlosti. Fenol ključa kod 182° C, a tali se kod 42° C. Ubija uzročnike gnjiloće i vrenja, pa se njegov vodeni rastvor (1—5%) upotrebljava kao antiseptikum za raskuživanje.

Naftalin, $C_{10}H_8$, vadi se iz srednjeg i teškog katranskog ulja. Kristalizuje se u sjajnim listićima koji se tale kod 80° C. Naftalin lako isparava (sublimuje), pa ima karakterističan miris. Djeluje antiseptički i uništava plijesni. Njime se čuvaju krzna od moljaca, ali mu je najvažnija upotreba u proizvođenju indiga i drugih raznovrsnih katranskih boja.

Antracen, $C_{14}H_{10}$ iskristalizuje se iz posljednje frakcije katranskog ulja. Tvornice boja čiste sirovi antracen i priređuju od njega vještački boju alizarin koja se prije dobivala iz korijenja broća. Tkanine, koje se bojadišu alizarinom, moraju se prije namočiti u nekim solima, jer istom metalni hidroksidi i oksidi istaloženi na vlaknu daju s alizarinom lijepe stalne boje.

Katranska smola ne sadrži posebne važne spojeve te se upotrebljava neposredno za proizvođenje čađi, laka i krovne ljepenke.

XV. Važniji biljni proizvodi

1. Etarska (mirisna) biljna ulja

Miris, što ga unaokolo rasprostiru ruže, ljubice, jasmin, zumbul, lipa, crnogorično drveće i mnogobrojno drugo ukrasno bilje, potječe od etarskog ulja koje se lako isparava. Njega ima obično u svim dijelovima dotične biljke, ali redovno najviše u cvijeću, a katkada dosta i u lišću i plodovima.

a) **Dobivanje etarskih ulja.** Iz pojedinih se biljnih dijelova vadi etarsko ulje na različne načine:

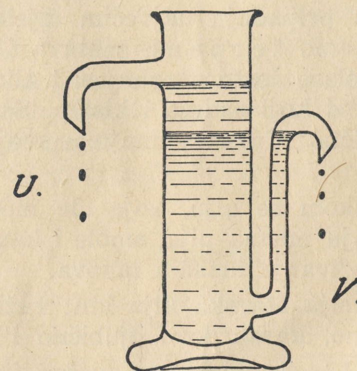
Ako etarsko ulje dolazi u pojedinim dijelovima biljke u većoj količini, na pr. vidljive kapljice u kori limuna i naranče, onda se ono vadi tiještenjem i stiskivanjem.

Drugi je, također jednostavan i lak način dobivanja etarskih ulja, destilacijom s pomoću vodene pare. Biljne se česti stave s vodom u destilacione kotlove. Zagrijavanjem nastaje vodena para i ona prenosi etarsko ulje. Kada smjesa para dospije u hladilo, zgusnu se one i tekućine se hvataju u

predloženu florentisku kapalicu (sl. 93). Etarsko je ulje lakše i ne rastvara se u vodi, te se sakuplja na površini, a voda otječe nižom postranom cijevi.

Etarska se ulja lako rastvaraju u petroleumskom etru, mastima i drugim rastvaračima. Zato se ona i mogu vaditi iz mirisavih biljnih česti s pomoću takovih rastvarača.

Vađenje etarskih ulja s pomoću toplih rastaljenih masti zove se maceracija. Biljne se česti dodaju rastaljenoj masti više puta i sve dotle dok se ona ne zasiti etarskim uljem. Tako se dobije mirisava mast ili pomada.



Sl. 93. Florentinska kapalica. Etarsko ulje skuplja se na površini i otječe na gornju cijev U, a voda na cijev V.

Najfinija se etarska ulja dobivaju ekstrakcijom s hladnom masti. Uokvirene staklene ploče premažu se slojem masti. Cvijeće se mirisavih biljaka razmeće na premazane ploče, a onda se okviri postave jedan na drugi tako da su međuprostori ispunjeni cvijećem. Razastrto cvijeće otpušta svoje etarsko ulje, a mast ga upija i veže. Taj se postupak zove »enfleurage«. Razastiranje cvijeća ponavlja se oko trideset puta, sve dotle dok se mast ne zasiti etarskim uljem. Ova metoda ima prednost pred svima ostalima zbog toga što se život bilja poštedi, pa se etarsko ulje stvara i za vrijeme same ekstrakcije.

Iz ozlijeđenih mjesta crnogoričnog drveća kaplje ljepivi i gusti sok koji se zove terpentin. On se sastoji zapravo iz dva dijela: terpentinskog ulja i tvrde smole koja se nalazi u njemu rastvorena. Takove rastvore zovemo općenito balzami. Ostane li terpentin na stablu, uskoro će otvrdnuti, jer se ispari terpentinsko ulje, a zaostane čvrsta smola.

Za dobivanje terpentinskog ulja naveliko narezuju se oprezno stabla crnogoričnog drveća. Terpentin, koji curi ispod

nasjekline, sabire se i podvrgava destilaciji, i to s pomoću vodene pare ili bez nje. Kod toga se predestiluje terpentinsko ulje i hvata se u predložak, a smola, koja se zove kolofonijum, zaostane u retorti.

b) Svojstva. Etarska se ulja isparavaju već kod obične temperature, i ako kapnu na papir, ne zaostane na njemu stalna mrlja kao od masnoga ulja. Već se na uzduhu lako oksiduju, i pri tom se pretvara jedan dio uzdušnog kisika u ozon.

Sva etarska ulja sagorijevaju čađavim plamenom. Ona imaju pretežno ugodan aromatski miris, te se i upotrebljavaju za proizvođenje parfema, mirisavih sapuna i likera.

Etarska ulja pripadaju najvećim dijelom skupini ugljikovodika koje zovemo terpeni, sastava $C_{10}H_{16}$. U mnogim etarskim uljima dolaze često u primjesi i alkoholi, estri i aldehidi, dakle spojevi koji sadrže i kisika. Samo neka etarska ulja, na pr. gorušično i lukovo, imaju u svojim molekulama i sumpora.

U terpentinskom se ulju, koje ide među etarska ulja četinjača, rastvaraju masna ulja, smole i kaučuk. Ono se upotrebljava za priređivanje masnih lakova.

Među najvažnija etarska ulja idu: ružino, ružmarinovo, limunovo, narančino, karanfilovo, ljubično i dr..

Ružino ulje zauzima po svojoj finoći prvo mjesto među etarskim uljima. Ono se vadi destilacijom iz latica različnih vrsta ruža. U tu svrhu kultivuje se osobito mnogo ruža na ružinim poljima ispod Kazanlika u Bugarskoj i u Južnoj Francuskoj.

Kondenzovana voda, što se kod destilacije skuplja u predlošci ispod samog ulja, iskorišćuje se kao ružina vodica. Od 5000 kg ružinih latica dobije se samo oko 1 kg ružina ulja.

Ružmarinovo ulje vadi se iz lišća ružmarina. U Dalmaciji, naročito na otocima, raste on samonikao, pa se godišnje dobije iz njegova lišća 20.000 kg ulja. Upotrebljava se za parfeme i likere.

Ulje biljke majčine dušice djeluje antiseptično. U Siciliji i Kalabriji dobiva se mnogo limunova i narandžina ulja tiještenjem kore limuna i narandže.

Kamfor, $C_{10}H_{16}O$, dobiva se destilacijom drveta kamforovca koje uspijeva u Kini i Japanu, a naročito na ostrvu Formozi. Drvo se sasiječe i podvrgne destilaciji s vodenom parom, a onda se prečišćuje još sublimacijom. Talište mu je 179° C. Kamfor se upotrebljava za priređivanje celuloida, uništavanje moljaca i kao lijek za nekoje bolesti. On se priređuje i vještački iz terpentinskog ulja.

2. Kaučuk

Kaučuk je osušen mliječni sok različnih drveta koja rastu u Zapadnoj Indiji, Africi i Južnoj Americi.

Kod obične temperature je elastičan, u hladnom krhak, a kod povišene temperature postane ljepiv. Rastvara se u ugljik-bisulfidu, benzolu, etru, hloroformu i terpentinskom ulju. Ako kaučuk dobro izmiješamo sa nešto sumpora i jedno vrijeme zagrijavamo kod 140° C, promijeni on svoja svojstva, tj. ostane elastičan i kod temperature — 20° C. Ovako obrađen kaučuk kažemo da je vulkanizovan.

Vulkanizovanjem kaučuka uz veći dodatak sumpora (40—50%) dobije se ebonit, rogu slična supstancija. Iz ebonita se izrađuju najraznoličniji predmeti.

Gutaperča je slična kaučuku, a dobiva se iz drveća koje raste u Istočnoj Indiji. Zagrijavanjem postane gutaperča plastična i dade se gnječiti. Upotrebljava se u galvanoplastici. U posudama od gutaperče čuvamo fluorovodičnu kiselinu koja najeda staklo.

3. Alkaloidi

Alkaloidi se nalaze u pojedinim organima različnih biljaka. Svoje ime dobivaju obično po latinskom imenu dotične biljke. Zajedničko im je svojstvo da su gorka ukusa i da djeluju otrovno na životinjski i ljudski organizam. Neki se alkaloidi upotrebljavaju u malim količinama kao lijekovi. Svi sadrže azota i reaguju kao baze.

Nikotin, $C_{10}H_{14}N_2$, nalazi se u lišću duhana spojen s jabučnom i limunskom kiselinom. Slobodan nikotin je uljasta tekućina koja miriše omamljivo po duhanu, a na uzduhu s vremenom posmeđi. Vrlo je otrovan, i zato je pušenje duhana škodljivo. Dim, koji nastane nepotpunim sagorijevanjem duhana, sadrži i ugljik-monoksida (CO), a taj također djeluje otrovno. Duhansko se lišće obira, suši i slaže u hrpe. Utjecajem mikroba dođe do neke vrste fermentacije, a ovom se sastojine lišća djelomično razgrade. Pojedine se vrste duhana prerađuju i dodatkom natrijum-hlorida, salitre i drugih soli. Poslije fermentacije duhansko se lišće ponovno suši, a onda se reže ili savija u cigare.

Morfin, $C_{17}H_{19}O_3N$, nalazi se u opijumu kao njegov glavni sastavni dio. Opijum osušeni je mliječni sok koji iscuri iz ozlijeđenih ili narezanih nezrelih tobolaca maka. Soli se morfijuma (hlorid) upotrebljavaju za ublaživanje boli i za uspavljivanje. Veće količine djeluju kao opasan otrov.

Hinin, $C_{20}H_{24}O_2N_2$, dobiva se iz kore hininovca koji raste u Istočnoj Indiji. Kristalizuje se u iglicama, a te su vrlo

gorka ukusa. Njegove su soli (sulfati) vrlo cijenjeni lijekovi protiv malarije.

Kokain, $C_{17}H_{21}O_4N$, kristaličan je alkaloid koji se vadi iz lišća neke južno-američke biljke. Njegove se soli upotrebljavaju u medicini kod operacije kao sredstvo za lokalnu anesteziju (neosjetljivost).

Strihnin, $C_{21}H_{22}O_2N_2$, vadi se iz sjemenaka biljke strihninovca. Strihnin i njegove soli (nitrat) djeluju već u malim količinama kao jaki otrovi, te uzrokuju grčevitu ukočenost mišića. Upotrebljava se za trovanje zvjeradi, a u medicini kao sredstvo za nadražaj živaca.

Atropin, $C_{17}H_{23}O_3N$, nalazi se u velebilju i sjemenkama kužnjaka. Kristalizuje se u bezbojnim kristalima koji se lako rastvaraju u alkoholu. Atropin ima svojstvo da raširuje zjenicu, te se njegov razrijeđeni rastvor upotrebljava kod liječenja očiju.

Kafein ili tein, $C_8H_{10}N_4O_2$, nalazi se u sjemenkama biljke kavovca i u lišću čajevca. Kafein je gorka ukusa, a ledi se u svilenastim iglicama. Uvarak kave i čaja sadrži rastvorena kafeina koji uzrokuje nesanicu, a u većim količinama i srčane bolove. Osim kafeina ima u kavi i masti, treslovine, sladora i bjelančevina, a u čaju i etarskog ulja.

Teobromin, $C_7H_8N_4O_2$, nalazi se u sjemenkama kakaovca, odakle se i dobiva. U sjemenkama ima osim teobormina (1,6%) i kakaova maslaca (55%), treslovine i drugih materija. Čokolada se pravi da se brašno od premljevenih i od masti djelomično ocijeđenih kakaovih sjemenaka miješa sa sladorom i ukuhanim mlijekom.

XVI. Bjelančevine ili proteini

a) **Nalazište i važnost.** Osnovnu sastojinu životinjskih tjelesa sačinjavaju bjelančevine. Od njih je izgrađena stanična protoplazma svih živih organizama. Bjelančevine ne sačinjavaju samo drhtaličnu materiju protoplazme, nego ih ima i rastvornih u krvi i nekim sokovima. Od njih su izgrađena i čvrsta zaštitna tkiva, kao što su nokti, kosa, vuna i rogovi.

Po količini nadmašuju bjelančevine u ljudskom tijelu daleko ugljične hidrate i masti. Po njihovoj ulozi i važnosti kod životnih procesa one su nenadoknadive. Kod hranjenja mogu jedno vrijeme da izostanu masti i ugljični hidrati, ali bez proteina čovječji organizam propada.

b) **Svojstva i sastav.** Od masti i ugljičnih hidrata razlikuju se bjelančevine time što osim ugljika, vodika i kisika sadrže i azota, a to je njihov bitni i redovni sastavni elemenat. U nekim bjelančevinama ima još sumpora i fosfora.

Kako su bjelančevine građene od vrlo velikog broja atoma različnih elemenata, teško ih je proučavati. Velike njihove molekule još nisu uspjeli vještački sintetizovati. Postepenom opreznom razgradnjom bjelančevina dobiven je čitav niz sve jednostavnijih razgradnih proizvoda, kao što su albumoze, peptoni i aminokiseline.

Iz aminokiselina pokušalo se s uspjehom prirediti bjelančevinama samo slične proizvode. Neka hraniva, koja sadrže u većoj količini bjelančevina, kao n. pr. jaja i meso, lako se kvare, jer su proteini nepostojani. Oni se raspadaju i stvaraju spojeve neugodna mirisa.

Neke se bjelančevine rastvaraju u vodi, ali se iz rastvora mogu lako istaložiti dodatkom koncentrovanih rastvora nekih soli. Zagrijavanjem bjelančevine se zgrušaju (koaguluju) i hemijski promijene (denaturuju).

c) **Razdioba bjelančevina.** Po njihovoj rastvorljivosti i nekim drugim svojstvima dijelimo ih na: jednostavne ili prave bjelančevine i na složene bjelančevine ili proteide.

Među jednostavne ili **prave bjelančevine** ubrajamo: albumine, globuline i albuminoide.

Albumini. Najpoznatiji je albumin jajni, ali poznamo također mliječni, mišićni, krvni i biljni albumin. Valja istaknuti, za razliku od drugih bjelančevina, da se albumini kristalizuju. U hladnoj se vodi rastvaraju.

Protresivanjem svježeg bjelanca kokošjeg jajeta s vodom rastvara se albumin, a zagrijavanjem se zgruša. Iz voćnog soka izlučuju se također zagrijavanjem bijele pahuljice biljnog albumina. Dodatkom rastvora bjelanca rastvoru modre galice ispada talog. Bjelance i neke metalne soli međusobno se vežu, pa se zato bjelance i daje kao protuotrov kod otrovanja metalnim solima (sublimatom).

Globulini su vrlo rašireni. Ima ih u krvnom serumu, mišićima, mlijeku, leguminozama i drugim hranivima. Razlikuju se od albumina po tome što se u čistoj vodi ne rastvaraju i što se ne kristalizuju. Oni se rastvaraju u razrijeđenom rastvoru kuhinjske soli.

Albuminoidi su bjelančevine koje se ne rastvaraju u vodi. Njima je zadatak da budu kao vanjska zaštita nježnim organima. Kolagen čini glavni sastavni dio vezivnog, koštanog i hrskavičnog tkiva, a kuhanjem prelazi u tutkalo ili želatinu.

Keratin izgrađuje kožu, nokte, kose, kopita, rogove i perje. Odlikuje se time što sadrži mnogo sumpora (4—5%). S azotnom se kiselinom bojadiše keratin žuto.

Od **proteida** ili **složenih bjelančevina** osobito su važni: kazein, vitelin i hemoglobin. U njima dolazi

uz protein u istoj molekuli vezan i još koji drugi spoj. Zgrušavanjem se izlučuje iz mlijeka kazein, a vitelin dolazi u žumancu jajeta.

Hemoglobina ima u crvenim krvnim tjelešcima (eritrocitima), a sastoji od globina i organskog željeznog spoja hematina. Hemoglobin se spaja u plućama s kisikom udisanog uzduha u oksihemoglobin. Taj otpušta kod cirkulacije krvi u tijelu lako kisik, te se tako stanice opskrbljuju potrebnim kisikom. Ako se udiše ugljik-monoksid, hemoglobin će se i njim spojiti, ali u postojan spoj karbonilhemoglobin. Time nastaje otrovanje, i to zbog nedostatka kisika koji se više ne može vezati na hemoglobin.

Strojenje ili činjenje kože

Dok je čovjek živio u pećinama i spiljama, zaogrtao se u sirove kože onih životinja koje je zbog mesa ubijao. Sirove kože goveda i drugih domaćih i divljih životinja šalju se danas prije upotrebe u tvornice na prerađivanje.

Sirova je životinjska koža gipka, pa bi se mogla već i takova upotrebiti, ali ona za kratko vrijeme počne da trune i da zaudara. Ako se osuši, postane stalna, ali je tvrda i okorjela, te se ne može upotrebiti. Ovi se nedostaci sirove kože mogu ukloniti, ako se ona namače jedno vrijeme u rastvoru treslovine ili nekih mineralnih soli.

Taj postupak prerađivanja i dotjerivanja sirove kože, da zadobije stalnu gipkost i da na vlazi ne podlegne truljenju, zovemo činjenje ili strojenje kože.

Na prerezu sirove životinjske kože razlikujemo tri sloja od kojih je za strojenje važan samo srednji sloj. Namakanjem sirove kože u vapnenom mlijeku uz dodatak nekih sulfida omekšaju površni slojevi, te se onda lako odjeljuju od srednjeg dijela kože. Dlaka i gornji sloj otstružu se tupim nožem, dok se donja mesnata strana oljušti oštrim nožem. Tako zaostane srednji sloj (koža golica), i taj se sastoji od spleta vlakanaca koja su međusobno kao utkana tvoreći kožno tkivo. Očišćene kože golice ispiru se vodom i moče kratko vrijeme u posebno priređenim močilima i razrijeđenim kiselinama. Time se iz koža izapere u njima još zaostalo vapno, a poslije toga prelazi se odmah na postupak samog činjenja.

Prema materijalu kojim se koža čini razlikujemo:
1. Crveni čin trijeslom iz kore i lišća različnog drveća.
2. Bijeli čin stipsom i kuhinjskom soli.
3. Strojenje hromnim solima.
4. Strojenje ribljim uljima (masni čin).

Kod strojenja crvenim činom upotrebljavaju se istučena i usitnjena omorikova, brezova ili hrastova kora, hrastove šiške, rujevina itd. Kože se polože u jame da se između svake dvije razastre sloj trijesla, a onda se jame napune vodom. Voda izvlači iz kore treslovinu (tanin) i predaje ju koži, a ona je željno upija i veže. Nakon dva do tri mjeseca iscrpe se na taj način iz kore sva treslovina, pa se razastiranje svježeg trijesla između koža mora obnavljati sve dotle dok se činjenje potpuno ne dovrši.

Vrijeme činjenja znatno je skraćeno otkada se počeo za strojenje upotrebljavati posebno priređeni taninski ekstrakt, izvađen iz hrastova drva i kore. Kože se stave u okretne posude u obliku bubnja i u njima se namaču i valjaju najprije u razrijeđenom rastvoru taninskog ekstrakta, a onda se unose redom u sve jače rastvore.

Kod strojenja bijelim činom moči se koža golica u rastvoru stipse i kuhinjske soli. Dobivena ustrojena bijela koža nije stalna prema vodi, te se ovo strojenje najviše upotrebljava za činjenje krzna.

Strojenje hromnim solima mnogo je više prošireno, jer se ovim načinom dobije ustrojena koža koja je mekana, elastična i otporna prema vlazi. Taj je način strojenja osobito prikladan za onu kožu od koje se prave gornji dijelovi obuće.

Kod masnog čina valjaju se i gnječe kože golice u ribljim uljima da bi se ono u njih što bolje upilo. Tako napojene kože uljem razastru se na uzduhu. Ulje, koje je koža upila, mijenja se utjecajem kisika u uzduhu te se postepeno spaja sa vlakancima kožnog tkiva. Suvišak ulja, koji se nije vezao, izapere se iz kože rastvorom sode. Ovako strojena koža vrlo je mekana i nepromočiva, te se može prati. Od nje se izrađuju kape, rukavice i kaputi.

Kože od kozlića i jaganjaca stroje se obično tako da se priređene golice valjaju u smjesi stipse, kuhinjske soli, pšeničnog brašna, žumanca od jajeta i vode. Kožu treba onda razastrijeti na uzduhu. Od ovako ustrojenih kožica prave se mekane rukavice i fine cipele.

Ruska juhta učinjena je trijeslom iz vrbove kore i namazana uljem od brezova katrana, koji joj i podaje poseban miris. Ustrojene kože dotjeruju se na najrazličnije načine da postanu jače, mekše i ljepše. Zbog toga one se mehanički zbijaju, bojadišu, rastežu i konačno glačaju.

Kože se međusobno razlikuju po tom od koje životinje potječu, zatim po načinu strojenja i načinu mehaničkog obrađivanja i dotjerivanja.

Fabrikacija mastila (tinte)

Najobičnije je mastilo za pisanje taninsko crnilo ili galusova tinta. Priređuje se miješanjem rastvora tanina i zelene galice. Toj se smjesi pridoda još arapske gume, sône i karbolne kiseline.

Iskustvom je nađeno da se dobro mastilo dobije, ako se pomenute sastojine miješaju u slijedećem omjeru: 230 g tanina i 77 g galne kiseline rastvori se u 5 l vruće vode. Zatim se tome doda 25 g sône kiseline, 100 cm rastvora arapske gume i 300 g fero-sulfata, rastvorenog u 3 l vode. Konačno se pridoda nešto karbolne kiseline.

Arapska guma daje mastilu gustoću i ona priječi razlijevanje po papiru. Sôna kiselina sprečava stvaranje taloga u samoj posudi, a karbolna kiselina čuva mastilo od plijesni.

Pomenuta smjesa pusti se da stoji. Onda se tekući dio odlije od izlučenog taloga i konačno se zbog uljepšanja mastila doda na čitavu količinu od 8 l rastvora oko 30—50 g koje katranske boje, rastvorene u 2 l vruće vode.

Fero-sulfat i tanin u rastvoru su bezbojni (fero-tanat), i to samo onda, ako su potpuno odijeljeni od kisika iz uzduha. Nanošenjem na papir mastilo se oksiduje (nastaje feri-tanat), a zbog toga ono potpuno pocrni. Mastilo se ujedno i taloži na papiru zbog neutralizacije prirodane sône kiseline.

Crvena, žuta, zelena i modra mastila vodeni su rastvori dotičnih katranskih boja. Rastvoru se još doda oko 1% arapske gume ili dekstrina i nešto malo karbolne kiseline zbog konzervovanja.

Mastila za kopiranje su gušća i sadrže mnogo veće količine boje. Osim toga dodano im je grožđana šećera i glicerina.

Od dobrog mastila traži se da je postojano na svijetlu i uzduhu, da ne probija papir i da ne najeda pero. Osušeno na papiru ne smije se dati isprati ni vodom ni alkoholom.

XVII. Naša hrana

1. Hranive sastojine

Hranom zovemo svaki onaj spoj koji može da nadoknadi koju sastavinu našega tijela. Organizam se razvija, raste i obnavlja svoje istrošene dijelove na račun hrane. Hrana donosi tijelu i potrebnu energiju za rad pojedinih organa, a oksidativnim procesom hranivih sastojina nastaje toplina u tijelu (temperatura 36,6° C).

Hranive sastojine dijelimo na anorganske i organske. Anorganskim sastojinama pripadaju: voda, kisik i mineralne soli, a organske sastojine jesu: ugljični hidrati, masti, lecitin, bjelančevine i vitamini. Masti i ugljične hidrate zovemo bezazotnom hranom, jer ne sadrže azota. Bjelančevine čine azotnu hranu, jer im je azot redovni sastavni elemenat. U nekim samo hranivima dolazi lecitin uz određene količine vitamina.

Začini, kao što su ocat, paprika i dr., dodaju se hrani da bude ukusnija i lakša za probavljanje.

2. Važnija hraniva

Brašno. Od brašna žitarica spravljaju se različna tijesta i hljeb koji služi za hranu. U brašnu ima oko 50—70% skroba i 10—12% ljepiva, a ovo se smatra zbog svoje velike hranivosti važnom sastojinom brašna. Ljepivo daje tijestu i rastegljivost, a sastoji od biljnog fibrina.

Zamijesi 25 g pšeničnog brašna s 12 g vode u tijesto pa ga stavi u lanenu tkaninu i ispiraj s vodom. Voda, koja otječe, bijele je boje, jer odnosi skrobna zrnca. U tkanini zaostane samo ljepivo, a njegova se količina može ustanoviti vaganjem.

Mlijeko sadrži masti i bjelančevine u emulziji, a mliječni šećer u vodenom rastvoru. Količina pojedinih sastojina u mlijeku nije stalna. Ona zavisi od pasmine, starosti i hranjenja krave i o vremenu muzenja.

Poprečne su količine pojedinih sastojina, koje se nalaze u mlijeku, slijedeće: 87,5% vode, 3,5% kazeina i albumina, 3,6% masti, 4,7% mliječnog šećera i 0,7% mineralnih soli, poglavito kalcijum-fosfata.

Mast, koja lebdi u mlijeku u sitnim kapljicama, uzdiže se mirovanjem na površinu kao skorup. Ako mlijeko stoji na toplom mjestu, ono se ukiseli, a kazein se izluči u grudicama. Od mliječnog šećera postane utjecajem bakterija mliječna kiselina, a ona zaostane rastvorena u kiseloj sirutki. Izlučivanje kazeina iz slatkog mlijeka obavlja se s pomoću sirišta (komadić telećeg želuca). Kod ovakova sirenja dobije se slatka sirutka, iz koje se može dobiti uvarivanjem i kristalizacijom mliječni šećer.

U mlijeku se nalaze sve hranive sastojine koje su potrebne za izgradnju i uzdržavanje čovječjeg tijela, i to upravo u onom omjeru kako to odgovara potrebama organizma.

U gradovima se konzervuju u velikim mljekarama velike količine mlijeka zagrijavanjem na 65° C (pasterizovanje), a poslije toga slijedi naglo ohlađivanje.

Sir se priređuje iz kazeina koji se zgrušavanjem iz mlijeka izlučuje. Kazein povuče sa sobom mast i nešto mliječnog šećera. Pošto se sirutka ocijedi, ostavi se sir da leži i da do-

zrijeva. Vrenjem mliječnog šećera stvara se ugljik-dioksid, a taj uzrokuje šupljikavost sira. Dozrijevanje se vrši utjecajem različnih gljivica koje djelomično razgrađuju nešto kazeina i masti. On nastalih produkata dobiva sir poseban miris i ukus. Iz obrana mlijeka nastaje mršavi, a iz neobrana masni sir.

J a j a. Kao izdašna hrana služe nam ptičja jaja, i to poglavito kokošija, a zatim i ostale domaće živadi. Važne se hranive sastojine nalaze u jajetu u tako obilnoj količini kao u malo kojoj drugoj hrani.

Svako se jaje sastoji od tri dijela: ljuske, bjelanca i žumanca. Ljuska, na koju otpada oko 10% od ukupne težine, sastoji se u glavnom od kalcijum-karbonata. U bjelancu ima 86% vode, 12% albumina i nešto anorganskih soli. Žumance sadrži 50—55% vode, 16% albumina i vitelina, 21% žutoga ulja i nešto holesterina, lecitina i anorganskih soli.

Pokvarena su jaja mutna prema svijetlu i plivaju na vodi, a svježa su providna i bistra. Jaja se mogu održati duže vremena u dobrom stanju, ako se čuvaju na hladnu mjestu. Dobro ih je zasuti pepelom ili suhim pijeskom. Jaja se meću i u vapnenu vodu.

M e s o je mišićno tkivo različnih životinja. Sastav i hraniva vrijednost mesa stoji nesamo do vrste životinje, nego mnogo zavisi i o starosti zaklane životinje i o česti tijela odakle je meso uzeto.

Meso sadrži poprečno 76% vode, 20% bjelančevina, 1—2% masti i 2—3% anorganskih soli.

Ako se kod početka kuhanja meso odmah stavi u kipuću vodu, zadržaće ono najveći dio svojih hranivih sastojina. Bjelančevine se uz te okolnosti zgrušavaju, postanu nerastvorljive i priječe rastvaranje i prelaženje ostalih sastojina u vodu kod kuhanja.

J u h a, koja treba da ima veću hranivu vrijednost, priređuje se na slijedeći način: Meso se pristavi u hladnu vodu i postepeno zagrijava, pa tako velik dio bjelančevina i drugih hranivih sastojina prijeđe iz mesa u vodeni rastvor (juhu).

Usitnjeno meso otpusti velik dio svojih hranivih sastojina kod kuhanja. Potpunim se ukuhavanjem ovakove čorbe do suha kod što niže temperature dobije m e s n i e k s t r a k t.

+ *Fermentacija (vrenje)*

Velike se molekule organskih spojeva dadu razgraditi i drobiti u jednostavnije sastojine. Iz masti nastaju razgradnjom masne kiseline i glicerin, a od skroba jednostavni šećeri koji se u vodi rastvaraju. Bjelančevine se dadu također postepeno razgrađivati, te se dobiju redom ovi proizvodi: albumoze, peptoni i aminokiseline. Sve pomenute razgradnje možemo provesti vještački s pomoću kiselina i baza, ali još lakše s pomoću f e r m e n a t a ili e n c i m a.

Fermenti se nalaze svuda u prirodi: u pljuvački, želučanom soku, krvi, biljnim sokovima i stanicama mikroorganizama. Jednostanične gljivice, bakterije i plijesni stvaraju fermente da s pomoću njih rastvaraju i probave svoju hranu. Isti fermenti zadrže svoju sposobnost djelovanja i poslije izlučenja iz organizma u kojem se stvaraju. Male količine nekog fermenta mogu da razgrade veće količine nekog spoja, a da se kod toga ne troše i ne mijenjaju. Fermenti dakle djeluju kao k a t a l i z a t o r i (grčki katalio = rastavljam). Oni gube sposobnost svog djelovanja kod povišene temperature, a za svaki fermenat postoji neka najpovoljnija optimalna (od latinske riječi optimus što znači najbolji) temperatura kod koje mu je moć razgrađivanja najjača.

Po svojoj hemijskoj građi i svojstvima fermenti su slični bjelančevinama. Hemijske procese, koji se vrše utjecajem fermenata, zovemo f e r m e n t a c i j a ili v r e n j e. Prema proizvodu, koji nastaje vrenjem, razlikujemo: alkoholno vrenje, kiselo vrenje (kada nastaje octena, mliječna ili maslačna kiselina) i druga vrenja.

Ferment, kojim provodimo alkoholno vrenje, zove se c i m a z a. Njega izlučuje kvaščeva gljivica. Važan je i koristan nadalje ferment d i j a s t a z a koji razgrađuje skrob do maltoze. Taj se ferment stvara u sjemenkama žitarica (ječmu) prigodom klijanja. U pljuvački se nalazi p t i j a l i n koji također razgrađuje skrob u šećer, pa zato kruh i biva kod žvakanja i miješanja s pljuvačkom sve slađi. Razgradnju masti na glicerin i masne kiseline provodi l i p a z a koja dolazi u žlijezdi pankreasu i sjemenkama biljke ricinusa. Bjelančevine, koje s hranom dolaze u probavila, razgrađuje u želucu p e p s i n, a u crijevima nastavljaju i dovršavaju razgradnju bjelančevina t r i p s i n i e r e p s i n.

Amigdalin se u gorkim bademima razgrađuje također utjecajem fermenta e m u l z i n a na cijanovodičnu kiselinu, dekstrozu i benzaldehid.

Kada fabrički provodimo alkoholno i octeno-kiselo vrenje, onda potpomažemo razvoj izvjesnih mikroorganizama da nam oni stvaraju potrebne fermente koji će dotičnu razgradnju provesti. Nasuprot tomu nastojimo zapriječiti i uništiti razvoj onih mikroorganizama koji svojim fermentima uzrokuju kvarenje hrane.

Pod pojam vrenja u najširem smislu ide također gnjiljenje i truljenje.

Truljenje i gnjiljenje

Lješine se uginulih životinja i obamrle biljke, prepuštene same sebi, ne mogu dugo čuvati. One uskoro podlegnu raspadanju i promjenama što ih vrše bakterije i mikrobi.

Kada se razgradnja i raspadanje vrši uz pristup uzduha, onda je to u glavnom proces oksidacije, koji pospješuju a e r o b n i m i k r o b i, tj. takovi kojima je za životnu djelatnost potreban kisik uzduha. Rastvaranje te vrste zovemo t r u l j e n j e.

Ako uginula organska tjelesa dospiju pod vodu ili budu drugačije odijeljena od doticaja sa uzduhom, onda se njihovo raspadanje vrši uz sudjelovanje a n e r o b n i h m i k r o b a. Oni svojim životom ne troše kisik uzduha. Kao konačni proizvodi raspadanja nastaju smrdljivi plinovi i otrovne supstancije. Raspadanje te vrste zovemo g n j i l j e n j e.

3. Konzervovanje namirnica za život

Svaka h r a n a, a osobito ona koja sadrži bjelančevina, p o d l e ž i k v a r e n j u. Sitni mikrobi, kojih zametaka ima uvijek u uzduhu, lako dospiju u hranu i onda prouzrokuju njeno raspadanje. U svježoj hrani ima obično i fermenata koji raspadanje hranivih sastojina potpomažu. Hrana se može očuvati od kvarenja ili konzervovati, ako se zapriječi pristup i razvoj mikroba u njoj i ako se obustavi djelovanje fermenata. Sredstva su kojima se služimo da to postignemo slijedeća:

1. Hrana se drži na h l a d n u m j e s t u ili u ledenicama, dakle kod temperature kod koje se mikrobi ne razvijaju, a fermenti ne djeluju. Hrana konzervovana hlađenjem bolja je što zadržava svježinu i nepromijenjen ukus. Zato se i hladi meso, maslac i dr.

2. Ako se hrani oduzme voda s u š e n j e m, može da se očuva od kvarenja. Stoga se suši voće, povrće, riba itd.

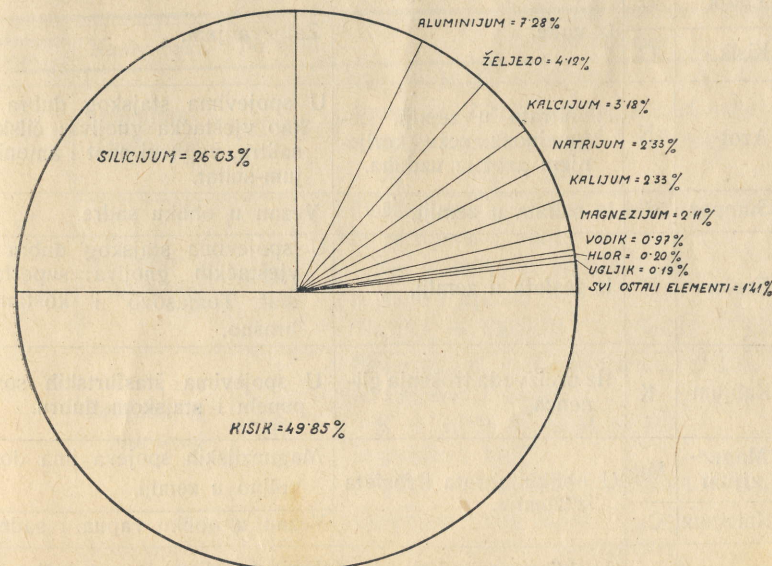
3. A n t i s e p t i č k i m s r e d s t v o m ubijaju se mikrobi, i tako se spriječi njihov razvoj, ali se pri tom mogu upotrebljavati samo one supstancije, koje ne djeluju štetno na čovječje tijelo. Tako se hrana stavlja u koncentrovan rastvor šećera i octa, meso se izlaže utjecaju dima, a ukuhanom se voću dodaje u malim količinama salicilne ili benzojeve kiseline.

4. Hrana se čuva od kvarenja i na taj način da se s t e r i l i z u j e, a onda odijeli od uzduha i one sredine u kojoj se nalaze mikrobi. Hrana se sterilizuje tako da se zagrije na 100° C, pa se time unište u njoj svi mikrobi, a onda se stavlja u mast ili se hermetički zatvara u limene kutije da se odijeli od uzduha.

Dodatak

I. Rasprostranjenje elemenata na našoj zemlji

Od sveukupne materije što izgrađuje našu zemlju otpada na kisik skoro polovica (49,85%). Na drugo mjesto dolazi odmah silicijum koji vezan u spojevima izgrađuje preko jedne četvrtine (26,03%) kore zemljine. Preko tri četvrtine materije na našoj zemlji pripada, dakle, kisiku i silicijumu. Na treće mjesto po rasprostranjenosti dolazi aluminijum (7,28%), na četvrto željezo (4,12%) a onda slijede: Ca = 3,18%, Na = 2,33%, K = 2,33%, Mg = 2,11%, H_2 = 0,97%, Cl_2 = 0,20% i C = 0,19%. Na sve pomenute elemente (11) otpada prema tome ukupno 98,59% materije na zemlji, a svima drugim elementima (81) preostaje ukupno samo 1,41%. Ima, dakle, mnogo elemenata na našoj zemlji koji dolaze u vrlo malim količinama. Važno je istaknuti da na ugljik koji pretežno sudjeluje u izgrađivanju organskih tijela otpada samo 0,19%. Sudjelovanje pojedinih elemenata u izgradnji naše zemlje prikazuje slika 94.



Sl. 94. Elementi po količini (u procentima) na našoj zemlji.

II. Elementi važni za poljoprivredu

Ispitivanjem se dokazalo da su za izgradnju biljnog organizma neophodno potrebni slijedeći elementi: ugljik, vodik, kisik, azot, sumpor, fosfor, kalijum, magnezijum, kalcijum i željezo. Spalimo li biljku, zaostaju neki elementi (P, K, Mg, Ca, Fe) u pepelu, a ostali se gube kao plinovi u uzduhu, i to azot (N_2) u slobodnom stanju, a ugljik, vodik i sumpor kao oksidi (CO_2, H_2O, SO_2). Biljci često nedostaje azota, fosfora, kalijuma i kalcijuma, pa spojeve tih elemenata dodavaju poljoprivrednici tlu kao vještačka gnojiva. Pomenute potrebne elemente prima biljka uvijek u obliku spojeva kao što prikazuje slijedeća tabela:

Redni br.	Ime elementa	Simbol	Biljka dobiva elemenat	Dodaje se biljci:
1	Ugljik	C	Iz uzduha asimilacijom ugljik-dioksida.	Ugljik-dioksid nastaje disanjem, gorenjem, vrenjem i truljenjem, a izvire i na nekim mjestima iz zemlje.
2	Vodik	H	Iz vode.	Zalijevanjem.
3	Kisik	O		
4	Azot	N	Iz nitrata u zemlji. Leguminoze vežu korijenjem azot iz uzduha.	U spojevima stajskog đubra i kao vještačka gnojiva: čilska salitra, vapneni azot i amonijum-sulfat.
5	Sumpor	S	Iz sulfata u zemlji.	Vezan u obliku sadre.
6	Fosfor	P	Iz fosfata u zemlji.	U spojevima stajskog đubra i vještačkih gnojiva: superfosfat, Tomasovo i koštano brašno.
7	Kalijum	K	Iz proizvoda trošenja glinenca.	U spojevima štasfurtskih soli, pepelu i stajskom đubru.
8	Magnezijum	Mg	U obliku nitrata i fosfata iz zemlje.	Magnezijskih spojeva ima dovoljno u zemlji.
9	Kalcijum	Ca		Vezan u obliku vapna i sadre.
10	Željezo	Fe	U obliku nitrata i hlorida iz zemlje.	Spojeva željeza ima dovoljno u zemlji.

III. Tabelice za ponavljanje.

1. Tabelarni pregled važnijih anorganskih kiselina i njihovih soli.

Bazičnost kiselina	Naziv kiselina	Formula	Dobivanje kiselina	Formula natrijske soli	Naziv soli
Jedno-bazične	Hlorovodična	HCl	$2\,NaCl + H_2SO_4 = 2HCl + Na_2SO_4$	$NaCl$	hloridi
	Fluorovodična	HF	$CaF_2 + H_2SO_4 = 2HF + CaSO_4$	NaF	fluoridi
	Azotna	HNO_3	$2\,NaNO_3 + H_2SO_4 = 2HNO_3 + Na_2SO_4$	$NaNO_3$	nitrati
Dvobazične	Sumporna	H_2SO_4	$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$	Na_2SO_4	sulfati
	Ugljična	H_2CO_3	$CO_2 + H_2O = H_2CO_3$	Na_2CO_3	karbonati
	Fosforna	H_3PO_4	$P_2O_5 + 3\,H_2O = 2\,H_3PO_4$	Na_3PO_4	fosfati
Tro-bazične	Arsenasta	H_3AsO_3	$As_2O_3 + 3\,H_2O = 2\,H_3AsO_3$	Na_3AsO_3	arseniti
	Borna	H_3BO_3	Izlazi u parama iz zemlje (Toskana)	Na_3BO_3	borati
Četvoro-bazične	Kremena	H_4SiO_4	Dodatkom jače kiseline rastvorljivim silikatima alkalija	Na_4SiO_4	silikati

2. Tabelarni pregled baza

Valentnost baza	Naziv baza	Formula	Dobivanje baza
Jednovalentne	Amonijum-hidroksid	NH_4OH	$NH_3 + H_2O = NH_4OH$ Amonijak (NH_3) dobiva se kod suhe destilacije kamenog uglja i sintetski: $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$.
	Natrijum-hidroksid	$NaOH$	Elektrolizom natrijum-hlorida (NaCl). Iz natrijuma i vode: $Na + HOH = NaOH + H$. Iz sode i kreča: $Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 = 2NaOH + CaCO_3$.
	Kalijum-hidroksid	KOH	Elektrolizom kalijum-hlorida (KCl). Iz kalijuma i vode: $K + HOH = KOH + H$. Iz potaše i kreča: $K_2CO_3 + Ca(OH)_2 = 2KOH + CaCO_3$.
Dvovalentne	Kalcijum-hidroksid	$Ca(OH)_2$	Gašenjem živog vapna: $CaO + 2HOH = Ca(OH)_2$. Živo vapno dobiva se žarenjem vapnenca: $CaCO_3 = CaO + CO_2$.

3. Tabelarni pregled važnijih oksida, sulfida i soli

Oksidi	kiseli		SO_2, SO_3, P_2O_5, As_2O_3, CO_2, SiO_2
	bazični		Na_2O, K_2O, MgO, CaO
	neutralni	bezbojni ili bijeli	H_2O, CO, Al_2O_3, ZnO, SnO_2
		obojeni	Cu_2O, CuO, Fe_2O_3, Fe_3O_4, Cr_2O_3, PbO, Pb_3O_4
Sulfidi	metaloida		CS_2, As_2S_2, As_2S_3, Sb_2S_3
	metala		ZnS, PbS, FeS, FeS_2
Hloridi	prostih metala		NaCl, KCl, $CaCl_2$, $FeCl_3$
	plemenitih metala		AgCl, ($HgCl_2$), $AuCl_3$, $PtCl_4$
Sulfati	prirodni		Na_2SO_4, K_2SO_4, $MgSO_4$, $CaSO_4$, $BaSO_4$
	sintetski (galice)		$ZnSO_4.7H_2O$, $FeSO_4.7H_2O$, $CuSO_4.5H_2O$
Karbonati	lakih metala		Na_2CO_3, K_2CO_3, $MgCO_3$, $CaCO_3$
	teških metala (rude)		$ZnCO_3$, $CuCO_3$, $FeCO_3$, $PbCO_3$
Nitrati	čilska salitra		$NaNO_3$
Fosfati	(superfosfat)		$Ca(H_2PO_4)$
Borati	boraks		$Na_2B_4O_7 . 10H_2O$
Silikati	vođeno (rastvorljivo staklo)		Na_2SiO_3

IV. Pregledi

1. Pregled i kazalo elemenata i anorganskih spojeva važnih za obrt i industriju

Grupe elemenata	Tekući broj	Naziv elemenata i spojeva	Strana knjige	Simboli i formule	Upotreba i važnost elemenata i njihovih spojeva
Elementi vode	1	Kisik	20	O	Raspirivanje plamena. Uzima se za disanje u velikim visinama i prigodom spasavanja u rudnicima.
	2	Vodik	24	H	Punjenje balona. Visoka temperatura. Autogeno svarivanje. Redukcija (oduzimanje kisika).
Halogeni elementi	1	Hlor	28	Cl	Otrovan! Za izbjeljivanje pamučnih i lanenih tkanina, papirštine, drveta. Raskužno sredstvo. Smjesa sône i azotne kiseline **razvija hlor i** rastvara najplemenitije metale zlato i platinu.
		Sôna kiselina	29	HCl	Za rastvaranje metala i priređivanje hlorida.
	2	Brom	32	Br	Otrovan! Neki bromidi osjetljivi **su** na **svijetlo** (fotografija). U medicini.
	3	Jod	33	J	Kao i brom.
	4	Fluor Fluorovodik	33 33	F HF	Izjeda staklo, pisanje po staklu.

Grupe elemenata	Tekući broj	Naziv elemenata i spojeva	Strana knjige	Simboli i formule	Upotreba i važnost elemenata i njihovih spojeva
Metaloidi kisikove grupe	1	Sumpor	34	S	Za proizvođenje baruta, žigica, vulkanizovanje kaučuka i sumporenje loze.
		Sumpor-dioksid	36	SO_2	Za proizvođenje SO_3 i H_2SO_4.
		Sumporna kiselina	37	H_2SO_4	Za sušenje higroskopnih materija; kod dobivanja nekih kiselina (HCl, HNO_3, HF) i mnogih važnih spojeva: superfosfata, sode, puščanog pamuka itd.
Metaloidi azotne grupe	1	Azot	42	N	Iz azota i vodika dobiva se sintetski amonijak.
		Amonijak	43	NH_3	Za proizvođenje leda, čišćenje odijela.
		Salmijak	44	NH_4Cl	Kod pripajanja metala i za priređivanje hladnih smjesa.
		Azotna kiselina	45	HNO_3	Kod proizvođenja sumporne kiseline; za izjedanje i rastvaranje metala, za rastvaranje srebra i bakra u zlatnim legurama.
	2	Fosfor	50	P	U proizvođenju žigica, i to nalazi se na tarnoj plohi (švedske žigice).
		Fosforna kiselina	52	H_3PO_4	Primarna kalcijska sô fosforne kiseline $Ca(H_2PO_4)_2$ u vodi se rastvara i upotrebljava se kao vještačko gnojivo (superfosfat).
	3	Arsen	53	As	Dodaje se olovu da postane tvrđe (sačma).
		Arsen-trioksid	54	As_2O_3	Za trovanje škodljivih životinja i konzervovanje koža; vrlo male količine kao lijek.
	4	Antimon	55	Sb	Kao pridodatak kod priređivanja legure za štamparska slova.
		Borna kiselina	56	H_3BO_3	Za desinfekciju u medicini.
		Boraks	56	$\{Na_2B_4O_7 + 10H_2O$	Za priređivanje lako taljivog stakla (emajli), kod glačanja rublja i pripajanja metala.
Metaloidi ugljikove grupe	1	Ugljik	57	C	Dijamant kao uresni kamen, za bušenje pećina, rezanje stakla. Grafit za olovke, za vatrostalne lonce, za mazanje željeznih predmeta. Čađa za tiskarsko crnilo. Ugljevlje za gorenje. Drveni i koštani ugalj za odbojadisavanje i čišćenje spirita, nečiste vode itd.
		Ugljik-dioksid	63	CO_2	Za fabrikaciju sode i gašenje vatre; za proizvođenje sodne vode i pjenušavih pića.
	2	Silicijum	68	Si	—
		Kremen ili kvarc	69	SiO_2	Za uresno kamenje, tačne utege i leće, za proizvođenje stakla i porculana; posude od kremena otporne su prema naglim promjenama temperature.
		Karborundum	71	SiC	Tvrd! Za brušenje i laštenje.

Grupe elemenata	Tekući broj	Naziv elemenata i spojeva	Strana knjige	Simboli i formule	Upotreba i važnost elemenata i njihovih spojeva
Alkalni metali	1	Natrijum	72	Na	Za redukciju oksida i provođenje nekih sinteza u organskoj hemiji.
		Kuhinjska sô	73	NaCl	Za konzervovanje mesa, za soljenje jela, za hladne smjese, za pocakljivanje glinene robe.
		Natrijum-karbonat	75	Na_2CO_3	Pod imenom sode za sapun i staklo.
		Natrijum-hidrokarbonat	76	$NaHCO_3$	Za šumne napitke; potpomaže i probavu.
		Natrijum-hidroksid	76	NaOH	Kao lužni kamen za pravljenje sapuna.
		Natrijum-sulfat	76	Na_2SO_4	Za pravljenje sode i u industriji stakla.
		Natrijum-nitrat	76	$NaNO_3$	Kao vještačko gnojivo i dobivanje HNO_3.
	2	Kalijum	77	K	—
		Kalijum-karbonat	77	K_2CO_3	Za sapun i staklo.
		Kalijum-hidroksid	77	KOH	Za pravljenje sapuna.
		Kalijum-hlorat	78	$KClO_3$	Kod proizvodnje žigica.
		Kalijum-nitrat	78	KNO_3	Za proizvodnju crnoga baruta.
Metali kalcijske grupe	1	Kalcijum	82	Ca	—
		Kalcijum-karbonat	83	$CaCO_3$	Pod imenom mramora i vapnenca kao građevni kamen, za pisanje kao kreda, za dobivanje živa vapna.
		Kalcijum-hidroksid	85	$Ca(OH)_2$	Za priređivanje žbuke, za bijeljenje zidova, za raskuživanje, za neutralizacije kao najjeftinija baza.
		Kalcijum-sulfat	87	$CaSO_4.2H_2O$	U kiparstvu kao žežena sadra.
		Kalcijum-karbid	134	CaC_2	Za dobivanje acetilena.
		Hlorno vapno	29	$Ca\genfrac{}{}{0pt}{}{<OCl}{<Cl}$	Za izbjeljivanje tkanina.
	2	Barijum	90	Ba	—
		Barijum-sulfat (barit)	90	$BaSO_4$	Služi kao mineralna bijela boja.
		Barijum-nitrat	90	$Ba(NO_3)_2$	Pridodaje se vatrometnim smjesama da oboji plamen zeleno.
	3	Radijum	90	Ra	Radijumove zrake za liječenje.
	4	Magnezijum	92	Mg	Za fotografske snimke.
		Magnezijum-oksid	92	MgO	Pod imenom »mangnesija usta« u medicini.
		Magnezijum-sulfat	92	$\{MgSO_4 + 7H_2O$	U medicini kao gorka so.
		Magnezijum-hlorid	93	$MgCl_2$	Za priređivanje umjetnih taraca (azbestolit i ksilolit).
Metali aluminijske grupe	1	Aluminijum	94	Al	Za izrađivanje posuda, sprava, dijelova na avionima.
		Boksit	94	$Al_2O_3.xH_2O$	Najvažnija ruda za dobivanje aluminijuma.
		Aluminijum-oksid	94	Al_2O_3	Kao ruda korund za uresno kamenje.
		Alaun	97	$\{KAl(SO_4)_2 + 12H_2O$	U bojadisarstvu i za strojenje koža.
		Glina, kaolin	97	—	Za posude, opeke, porculan itd.

Grupe elemenata	Tekući broj	Naziv elemenata i spojeva	Strana knjige	Simboli i formule	Upotreba i važnost elemenata i njihovih spojeva
Metali grupe bakra	1	Bakar	101	Cu	Kotlovi, novac, žice, galvanoplastika, galvanostegija. Legure: bronza, mesing i pakfong.
		Bakarni sulfat	103	$CuSO_4.5H_2O$	U rastvoru i smjesi s vapnom za prskanje loze proti peronospore.
	2	Srebro	104	Ag	Zrcala, novac, nakit.
		Srebrni nitrat	105	$AgNO_3$	Za ispaljivanje rana, pisanje po rublju.
		Srebrni bromid	105	AgBr	U fotografiji.
	3	Zlato	106	Au	Novac, listići za pozlaćivanje, nakit.
		Zlatni (auri) hlorid	108	$AuCl_3$	Za pozlaćivanje i u fotografiji.
Metali grupe cinka	1	Cinak	108	Zn	Cinčani lim, galvanski elementi, legure.
		Zink-oksid	109	ZnO	Kao bijela boja.
	2	Živa	110	Hg	Termometri, barometri. Srebrni i zlatni amalgami za posrebrivanje i pozlaćivanje predmeta.
		Merkuri-sulfid	110	HgS	Kao crvena boja (rumenica).
		Merkuri-hlorid	110	$HgCl_2$	Sublimat za desinfekciju; jak otrov.
Metali grupe kalaja	1	Kalaj	111	Sn	Izrada posuda i sprava; kalaisanje bakrenih i željeznih predmeta. Legure.
		Stani-sulfid	112	SnS_2	Za pozlaćivanje okvira (musivno zlato).
	2	Olovo	112	Pb	Cijevi za vodovod, akumulatori. Legure; štamparska slova, sačma.
		Olovni oksid	113	PbO	Kao žuta boja (masikot) kod pocaklivanja lončarske robe.
		Minijum	113	Pb_3O_4	Kao crvena uljna boja za željezne ograde; s firnisom naribana zamaz za plinske cijevi.
		Olovni karbonat	113	—	Kao bijela uljana boja (olovno bjelilo). (Potamni pod utjecajem H_2S).
Metali grupe željeza	1	Željezo	113	Fe	U industriji i obrtu za izrađivanje strojeva, oruđa i najrazličnijih predmeta.
		Fero-sulfat	120	$FeSO_4.7H_2O$	Za priređivanje mastila i kao močilo u bojadisarstvu.
		Feri-hlorid	120	$FeCl_3$	U bojadisarstvu i u ljekarstvu.
	2	Nikal	121	Ni	Niklovanje željeznih predmeta; novac. Legura: nikleni čelik (4—5% Ni).
	3	Kobalt-oksid	121	Co_2O_3	Za bojadisanje stakla i porculana.
	4	Mangan	121	Mn	Legure: Feromangan (željezo i mangan).
		Kalijum-permanganat	121	$KMnO_4$	Za desinfekciju (ispiranje rana).
Metali grupe hroma	1	Hrom	123	Cr	Legura: Niklhromčelik.
		Kalijum-bihromat	123	$K_2Cr_2O_7$	Za strojenje koža.
Metali platinske grupe	1	Platina	123	Pt	Za platinsko posuđe u laboratorijumu. Platina djeluje kao katalizator za mnoge hemijske reakcije.

2. Pregled i kazalo važnijih proučenih organskih spojeva

U spojevima dolaze elementi i atomske grupe	Spojevi mogu biti:	Naziv spoja	Strana knjige	Formula	Nalazište i dobivanje	Upotreba
Alifatski ugljikovodici:						
C-atomi povezani u otvorenom lancu	Zasićeni	Metan	132	CH_4	U ugljokopima, močvarama i rasvjetnom plinu.	Za rasvjetu i loženje.
	Nezasićeni	Etilen	134	$H_2C=CH_2$	Dobiva se iz alkohola spomoću sumporne kiseline; nastaje suhom destilacijom.	Njegovi halogeni derivati služe kao rastvarači.
		Acetilen	134	$HC\equiv CH$	Iz kalcijum-karbida.	Za rasvjetu, autogeno svarivanje i rezanje metala.
Halogeni derivati metana:						
Halogeni vezani na C-atome sa ili bez vodika	Hlorni derivati	Hloroform	139	$CHCl_3$	Djelovanjem etilnog alkohola na hlorno vapno.	Za narkozu pri hirurškim operacijama.
		Tetrahlormetan	139	CCl_4	Sintetski.	Kao rastvarač i za gašenje vatre.
	Jodni derivati	Jodoform	139	CHJ_3	Djelovanjem joda i KOH na etilni alkohol.	Kao antiseptik pri liječenju rana.
Alkoholi:						
Jedna ili više hidroksilnih (-OH) grupa	Jednovalentni	Metilni	140	CH_3OH	Sintetski i suhom destilacijom drva.	Kod sinteze nekih katranskih boja i za proizvođenje formaldehida.
		Etilni	141	C_2H_5OH	Alkoholnim vrenjem nekih šećera.	Za različne sinteze, octenu kiselinu i loženje. Troši se u alkoholnim pećima.
	Trovalentani	Glicerin	142	$C_3H_5(OH)_3$	Razgradnjom masnih ulja i masti.	U kozmetici i za priređivanje nitroglicerina.
Etri:						
Alkili vezani na kisik	Alkili mogu biti jednaki ili različiti	Dietilni etar	142	$C_2H_5.O.C_2H_5$	Iz etilnog alkohola s pomoću sumporne kiseline.	Za narkozu (ne djeluje tako štetno na organizam kao hloroform).
Kiseline:						
Jedna ili više karboksilnih ($-C\begin{smallmatrix}=O\\-OH\end{smallmatrix}$) grupa.	Jednobazične kiseline	Mravlja	143	$H.COOH$	Sintetski i oksidacijom metilnog alkohola.	U bojadisarstvu.
		Octena	143	$CH_3.COOH$	Iz etilnog alkohola i suhom destilacijom drva.	Kiselina i njene soli u bojadisarstvu; kao ocat za začin jela.
		Maslena	144	$C_3H_7.COOH$	U masti kravljeg masłaca vezana s glicerinom.	Vezana kao etilni estar miriše po jabukama.
		Palmitinska Stearinska	144	$C_{15}H_{31}.COOH$ $C_{17}H_{35}.COOH$	Pretežno u životinjskim i biljnim mastima vezane u trigliceridima.	Za pravljenje svijeća i sapuna.
		Oleinska	144	$C_{17}H_{33}.COOH$	Pretežno u masnim uljima esterski vezana s glicerinom.	Za mašćenje vune prije raščijavanja i predenja.
	Alkoholne kiseline	Mliječna	144	$CH_3.CHOH.COOH$	Vrenjem u kiselom mlijeku i kupusu.	U bojadisarstvu i kod priugotavljanja koža.
	Dvobazične kiseline	Oksalna	144	$HOOC.COOH$	Dolazi u nekim biljkama, a nastaje oksidacijom organskih spojeva.	U bojadisarstvu.
	Višebazične alkoholne kiseline	Vinska	145	$C_4H_6O_6$	Ima je u nezrelom grožđu.	U bojadisarstvu.
		Limunska	145	$C_6H_8O_7$	U limunu.	Kod štampanja i šaranja na tkanine i za osvježavanje vode za piće.
Amini, aminokiseline i amidi:						
Amino- ($-NH_2$) grupa.	Aminokiseline	Glikokol	145	$H_2N.CH_2.COOH$	Razgradnjom želatine i drugih bjelančevina.	Za neke sinteze.
	Amidi	Karbamid	146	$CO(NH_2)_2$	U mokraći čovjeka i drugih sisavaca. Dobiva se i sintetski.	Kao gnojivo.
Estri						
Produkti reakcije između alkohola i kiselina: $A-C\begin{smallmatrix}=O\\-OA_1\end{smallmatrix}$ ($A\ A_1$ = alkili)	Estri jednovalentnih alkohola	Etilni acetat	146	$CH_3.COO.C_2H_5$	Esterifikacijom: Iz octene kis. i etilnog alkohola.	Kao rastvarači za nitrocelulozne lakove i kao voćne esencije.
		Etilni butirat	147	$C_3H_7.COO.C_2H_5$	Esterifikacijom: Iz maslene kis. i etilnog alkohola	
		Izoamilni acetat	147	$CH_3.COO.C_5H_{11}$	Esterifikacijom: Iz octene kis. i izoamilnog alkohola.	
	Estri glicerina	Nitroglicerin	142	$C_3H_7(ONO_2)_3$	Djelovanjem smjese sumporne i dimljive azotne kiseline na glicerin.	Kao eksploziv u formi dinamita.
		Trigliceridi	147	$C_3H_5(O.CO.A)_3$	U masnim uljima i mastima.	Za jelo i u tehničke svrhe, nadalje za dobivanje masnih kiselina i glicerina.

U spojevima dolaze elementi i atomske grupe	Spojevi mogu biti:	Naziv spoja	Strana knjige	Formula	Nalazište i dobivanje	Upotreba
				Ugljični hidrati:		
Na ugljik dolaze vezani vodik i kisik u istom omjeru kao u vodi.	Jednostavni šećeri	Glukoza	151	$C_6H_{12}O_6$ (monoze)	U slatkim voćnim sokovima i u medu.	Za hranu, alkoholnim vrenjem prerađuju se u alkohol.
		Fruktoza				
		Maltoza	151	$C_{12}H_{22}O_{11}$ (bioze)	U klijalom ječmu i sjemenkama drugih žitarica; nastaje iz skroba utjecajem dijastaze.	Za proizvođenje piva.
		Laktoza	152		U mlijeku sisavaca.	U mlijeku kao hrana.
		Saharoza	152		U mnogom bilju, naročito u šećernoj repi i sladornoj trsci.	Za slađenje jela.
	Polioze	Skrob (amilum)	153	$(C_6H_{10}O_5)x$ (polioze)	Ponajviše u sjemenkama žitarica i gomolju krumpira.	Za hranu, kao skrobno ljepilo, za proizvođenje alkohola i dekstrina.
		Celuloza	154		U svim biljkama, glavna sastojina drva, slame i pamuka.	Za proizvođenje odjeće i papira, u drvu kao gorivo, biljožderima i kao hrana.
				Cijanski spojevi:		
Cijan (-CN) grupa.	Kiseline	Cijanovodik	160	HCN	Razgradnjom amigdalina.	Otrov!
	Cijanidi	Kalijum-cijanid	160	KCN	Neutralizacijom (KOH + HCN).	Kao i NaCN za ispiranje zlata, za galvansko pozlaćivanje i u fotografiji.
		Kalijum-fero-cijanid	160	$K_4Fe(CN)_6$	Iz glinene željezne rude kojom je čišćen razvjetni plin.	U bojadisarstvu i za pripremu cijanskih spojeva.
				Aromatski spojevi		
C-atomi povezani su u prsten u obliku benzolove jezgre.	Aromatski ugljikovodici	Benzol	161	C_6H_6	Vade se iz pojedinih frakcija katrana, kamenog uglja i to: I	U industriji katranskih boja, kao rastvarač za mnoge materije, mjesto benzina za pogon motora.
		Naftalin	162	$C_{10}H_8$	II i III	Za proizvođenje katranskih boja i čuvanje krzna od moljaca.
		Antracen	162	$C_{14}H_{10}$	IV	Za proizvođenje alizarinskih boja.
	Fenoli	Karbolna kiselina	162	C_6H_5OH	II	Kao antisepticum za raskuživanje i konzervovanje

[illegible] elementa ([illegible]
[illegible] ostataka [illegible]
[illegible] (te [illegible])
([illegible] + [illegible] 11 gr [illegible]
[illegible] 8 [illegible] + [illegible] 1 gr = 3 [illegible]

tako [illegible]

[illegible] kojih [illegible]
[illegible] jednaki 6 [illegible]
[illegible] (

[illegible]

)